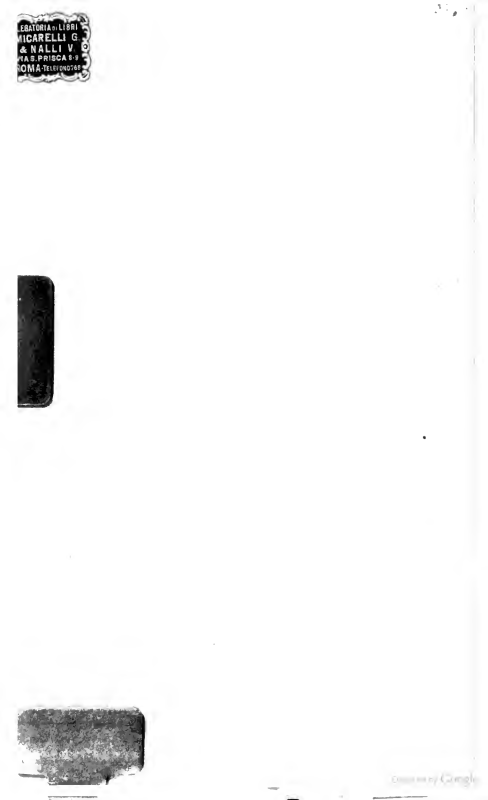



EGATORIA DI LIBRI
ICARELLI G.
& NALLI V.
IA S. PRISCA 8-9
OMA-TELEFONO 768



PERCEMENT

DE

L'ISTHME DE SUEZ

RAPPORT ET PROJET

DE LA COMMISSION INTERNATIONALE

DOCUMENTS PUBLIÉS PAR

M. FERDINAND DE LESSEPS.

Troisième Série.

PARIS

Aux Bureaux de L'ISTHME DE SUEZ, Journal de l'Union des deux Mers,

52, Rue de Verneuil.

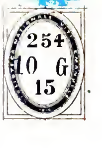
ET

CHEZ HENRI PLON, ÉDITEUR,

RUE GARANCIÈRE, 8.

—

1856


254
10 G
15

PERCEMENT

DE

L'ISTHME DE SUEZ

TROISIÈME SÉRIE

PARIS. — TYPOGRAPHIE DE HENRI PLON,
IMPRIMEUR DE L'EMPEREUR,
8, rue Garancière.

PERCEMENT

DE

L'ISTHME DE SUEZ

RAPPORT ET PROJET

DE LA COMMISSION INTERNATIONALE

DOCUMENTS PUBLIÉS PAR

M. FERDINAND DE LESSEPS.

Troisième Série.

PARIS

Aux Bureaux de L'ISTHME DE SUEZ, Journal de l'Union des deux Mers,

52, Rue de Verneuil,

ET

CHEZ HENRI PLON, ÉDITEUR,

RUE GARANCIÈRE, 8.

1856

AVERTISSEMENT.

M. Ferdinand de Lesseps a déjà publié deux volumes de documents sur le percement de l'isthme de Suez : l'un en 1855; et l'autre, en 1856. Celui-ci formera le troisième.

Le volume actuel est consacré tout entier au Rapport et au Projet de la Commission internationale.

Ce rapport occupe la moitié à peu près du volume, et il est suivi de toutes les annexes qui peuvent le compléter et l'éclaircir. Ces annexes, au nombre de cinq, sont :

1° Le devis des dépenses dressé par M. Mougel-Bey, un des ingénieurs de S. A. le Vice-roi d'Égypte, et approuvé par la Commission internationale ;

2° Les recherches sur le régime des eaux dans le canal de Suez par M. Lieussou, ingénieur hydrographe de la marine impériale de France,

membre et secrétaire de la Commission internationale. Ces recherches ont également reçu l'approbation de la Commission, qui en a adopté tous les résultats pratiques, en ce qui concerne les travaux qui seront exécutés aux entrées et dans le parcours du canal ;

3° Les Extraits des procès-verbaux de la Commission internationale durant son voyage en Égypte, depuis la première de ses réunions, le 30 octobre 1855, jusqu'au 2 janvier 1856, à Alexandrie ;

4° Les Procès-verbaux des séances de la Commission internationale à Paris au mois de juin 1856 ;

5° Enfin, le Règlement pour les ouvriers Fellahs, décrété par S. A. le Vice-roi d'Égypte, le 20 juillet 1856.

Au Rapport de la Commission internationale est joint en outre un atlas qui contient les onze pièces suivantes :

1° La carte topographique de l'isthme de Suez ;

2° Le profil en long du canal ;

3° Le plan du port et de la rade de Suez à l'échelle de $\frac{1}{20000}$, ainsi que la Commission internationale l'avait désiré ;

4° Les courbes des marées à Suez, du 6 février au 30 mars 1856;

5° Le plan du port de Suez, avec le profil des quais;

6° Le plan du port de Suez et le profil moyen du chenal avec ses jetées;

7° Les forages, au nombre de dix-neuf, exécutés dans l'isthme par M. Noettinger, pour les travaux de la Commission internationale;

8° Le golfe de Péluse avec les sondages et le plan du port Saïd;

9° Le plan du port Saïd avec ses jetées;

10° Le plan du port Saïd et le profil moyen du chenal avec ses jetées;

11° Le plan du musoir de la jetée de l'ouest au port Saïd.

Cet atlas, comme on voit, s'adresse spécialement aux ingénieurs; il donne les détails figurés de tous les travaux qui seront à exécuter, soit aux embouchures du canal dans les deux mers, soit dans le parcours au travers de l'isthme.

Ainsi, ce troisième volume, avec tout ce qui le complète, renferme la partie purement technique du projet définitif pour le percement de l'isthme de Suez. Joint aux deux précédents,

il clôt la série des documents préliminaires qu'il importe de porter à la connaissance de toutes les nations intéressées au succès de cette entreprise.

Afin qu'on puisse saisir ici d'un coup d'œil tout ce qui a été fait jusqu'à présent pour éclairer l'opinion du monde entier sur cette question, nous rappellerons en peu de mots le contenu des deux précédents volumes.

M. Ferdinand de Lesseps a d'abord publié en août 1855 un Exposé général de toute l'affaire, analysant l'acte par lequel S. A. le Vice-roi d'Égypte avait fait la concession. A la suite de cet Exposé, il a joint de nombreux et essentiels documents : un mémoire à S. A. Mohammed-Saïd-Pacha, vice-roi d'Égypte, sur la jonction directe de la Méditerranée à la mer Rouge par un canal de grande navigation (Camp de Maréa, 15 novembre 1854) ; l'acte de concession de S. A. Mohammed-Saïd-Pacha, Vice-roi d'Égypte (30 novembre 1854) ; instruction à MM. Linant-Bey et Mougel-Bey, pour l'Avant-projet d'un canal maritime de la mer Rouge à la Méditerranée, et d'un canal d'alimentation dérivé du Nil (15 janvier 1855) ; Avant-projet

de MM. Linant-Bey et Mougel-Bey (20 mars 1855) ; lettre de M. Ferdinand de Lesseps à M. le vicomte de Strattford de Redcliffe (28 février 1855) ; lettre du grand vizir Réchid-Pacha à S. A. Mohammed-Saïd-Pacha, vice-roi d'Égypte (1er mars 1855) ; rapport à S. A. Mohammed-Saïd-Pacha, vice-roi d'Égypte (30 avril 1855) ; opinion de M. Anderson (1843) sur le canal de Suez ; opinion de M. le capitaine James Vetch (1843) ; opinion de M. David Urquhart (1843) ; article du *Moniteur universel* sur les avantages du tracé direct (6 juillet 1855) ; lettre de M. Ferdinand de Lesseps au *Times* de Londres (30 octobre 1855).

Au premier volume, qui contient les éléments originaires de la question, étaient jointes deux cartes de l'isthme de Suez et de la navigation d'Europe et d'Amérique en Asie.

Le second volume, publié en juin 1856, contient les documents suivants :

Un second Exposé de M. Ferdinand de Lesseps ;

Une Notice historique de M. Barthélemy Saint-Hilaire sur l'isthme de Suez ;

Les Extraits des procès-verbaux des études de la Commission internationale en Égypte ;

Un Mémoire de M. Paléocapa, ministre des travaux publics de Sardaigne, et membre de la Commission internationale ;

La Réponse de M. Barthélemy Saint-Hilaire à la *Revue d'Édimbourg ;*

Une Note commerciale et maritime par M. de Chancel, ancien officier de marine, un des fondateurs de la compagnie ;

Enfin, l'Acte confirmatif de concession, avec le Cahier des charges et les Statuts de la Compagnie universelle du canal de Suez.

Il nous semble qu'en consultant les trois volumes jusqu'à présent publiés, chacun peut s'éclairer complétement sur la grande question de savoir si l'on donnera au commerce, qui se fait actuellement d'Europe en Asie par le cap de Bonne-Espérance, une voie de moitié plus courte et beaucoup plus sûre.

Nous nous flattons qu'au point de vue technique le doute n'est plus permis.

Il reste des difficultés d'un autre ordre dont nous n'avons point à nous occuper ici. Nous les avons touchées à différents points de vue

dans les deux autres volumes. Il est possible que nous ayons à y revenir plus tard, bien que notre sincère désir soit d'éviter, autant que nous le pourrons, des discussions de ce genre. En ne songeant qu'aux intérêts légitimes de la civilisation et de l'humanité, et même nous pouvons ajouter, aux intérêts bien entendus de tous les peuples sans aucune exception, il nous paraît que le percement de l'isthme de Suez ne devrait point rencontrer la moindre opposition.

Nous croyons que ceux qui y font encore obstacle se trompent, et que leur patriotisme s'égare, faute d'être assez éclairé. Le rapport de la Commission internationale contribuera peut-être à leur donner les lumières qui leur manquent. Les décisions désintéressées de la science peuvent avoir une influence heureuse, quoique indirecte, sur les résolutions de la politique.

5 décembre 1856.

RAPPORT

DE LA

COMMISSION INTERNATIONALE.

SOMMAIRE

DU

RAPPORT DE LA COMMISSION INTERNATIONALE.

DEUXIÈME PARTIE.

CANAL MARITIME DE SUEZ.

RAPPORT
DE LA COMMISSION INTERNATIONALE.

La Commission internationale pour le percement de l'isthme de Suez est composée de :

MM. F. W. Conrad, ingénieur en chef du Water Staat, à La Haye;

Harris, capitaine de la marine britannique des Indes, à Londres;

Jaurès, capitaine de vaisseau de la marine impériale de France et membre du conseil de l'Amirauté;

Lentzé, ingénieur en chef des travaux de la Vistule, à Berlin;

Lieussou, ingénieur hydrographe de la marine impériale de France, à Paris;

J. R. Mac-Clean, ingénieur, à Londres;

Manby (Charles), ingénieur, à Londres;

MM. MONTÉSINO, directeur des travaux publics, à Madrid;

de NÉGRELLI, inspecteur général des chemins de fer de l'Empire d'Autriche, à Vienne;

PALÉOCAPA, ministre des travaux publics du royaume de Sardaigne, à Turin;

RENAUD, inspecteur général et membre du conseil général des Ponts et chaussées de France, à Paris;

J. M. RENDEL, ingénieur, à Londres;

RIGAULT DE GENOUILLY, contre-amiral de la marine impériale de France, à Paris.

MM. F. W. CONRAD, président;

LIEUSSOU et CH. MANBY, secrétaires.

PREMIÈRE PARTIE.

§ I.

CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES.

Nous avons été invités par S. A. le vice-roi d'Égypte, Mohammed-Saïd, à donner notre avis sur l'Avant-projet que lui ont présenté, d'après ses ordres et sur la proposition de M. Ferdinand de Lesseps, MM. Linant-Bey et Mougel-Bey, ses ingénieurs, pour la jonction de la mer Rouge et de la Méditerranée. S. A. le vice-roi, en nous confiant l'examen spécial de ce travail préparatoire et en nous chargeant d'élaborer un projet définitif, n'a point voulu circonscrire, de quelque manière que ce fût, nos recherches sur cette grande question, qui intéresse le commerce du monde entier. Loin de là; il nous a fait déclarer à diverses fois par M. Ferdinand de Lesseps, concessionnaire de l'entreprise, « qu'il n'indiquait aucune espèce de pro- » gramme à la Commission internationale chargée

» d'une si grave enquête; que si le principal but
» qu'il désignait à nos travaux était l'examen de
» l'Avant-projet de ses ingénieurs, il n'imposait
» cependant aucune limite à la science; qu'il nous
» engageait, en conséquence, à porter nos investiga-
» tions sur tous les tracés proposés, depuis cinquante
» ans, pour mettre en communication la mer Rouge
» et la Méditerranée, afin qu'il ne restât aucun doute
» sur le meilleur moyen de réunir ces deux mers;
» en un mot, que ce qu'il attendait de nous, c'était
» la solution la plus facile et la plus sûre de ce
» problème, en même temps que la plus avanta-
» geuse pour l'Europe, pour l'Égypte, et pour le
» commerce universel. »

Le premier soin de la Commission internationale, après avoir accepté ce mandat, devait être de se transporter sur les lieux, et de juger, en les étudiant directement, quelles étaient les difficultés ou les facilités que présentait la nature, à la réalisation de ce projet. Plusieurs de ses membres, au nombre de cinq, MM. Conrad, Mac-Clean, de Négrelli, Renaud et Lieussou, se sont rendus en Égypte au mois de novembre 1855; et après une exploration qui n'a pas duré moins de deux mois et demi, ils en ont rapporté, avec leurs observations personnelles, la meilleure partie des documents qui étaient nécessaires pour asseoir et justifier un jugement définitif. Quant aux documents

qu'ils n'ont pu se procurer eux-mêmes, ils les ont fait recueillir sur leurs indications par des agents spéciaux; et après plus de huit mois d'études en tout genre, la Commission internationale s'est trouvée en mesure de formuler le projet qui lui avait été demandé.

La question du canal de Suez remonte à la plus haute antiquité. Mais elle a successivement changé d'objet selon les besoins des temps. Elle consistait originairement à relier la vallée du Nil à la mer Rouge pour faciliter les relations entre l'Égypte et l'Arabie; elle consiste aujourd'hui à faire communiquer la Méditerranée à la mer Rouge, pour faciliter la navigation entre l'Europe et la mer des Indes.

Comme l'Égypte avait déjà des relations suivies avec l'Arabie, alors que les éléments d'un commerce de transit entre la Méditerranée et la mer Rouge n'existaient pas encore, la pensée de rattacher la vallée du Nil au bassin de la mer Rouge devait précéder celle de relier les deux mers. Les Pharaons et les rois de Perse ne furent préoccupés que de faciliter l'écoulement des produits de l'Égypte vers la mer Rouge. C'est dans cette vue restreinte qu'ils mirent la vallée du Nil en communication avec le golfe Arabique, par une dérivation de la branche pélusiaque, dont les eaux s'épanchaient naturellement à travers l'Ouadée jus-

qu'au lac Timsah. Mais, en répondant ainsi, de la manière la plus simple, à l'unique besoin de leur temps, ils ouvraient en fait une voie navigable entre les deux mers. Tant que les plus grands navires purent passer dans le Nil, cette solution du problème de la jonction de la Méditerranée et de la mer Rouge fut la plus convenable, en ce qu'elle satisfaisait à la fois le commerce spécial de l'Égypte et le faible commerce de transit qui se faisait alors.

Les Ptolémées ne purent donc pas songer, pour éviter un détour aux navires allant d'une mer dans l'autre, à entreprendre la coupure directe de l'isthme. C'eût été pour cette époque une œuvre considérable, et elle n'eût pas même dispensé d'un embranchement vers la vallée du Nil. Ils satisfirent pleinement et avec beaucoup moins de frais à l'intérêt commercial de leur temps, en restaurant et en agrandissant le canal des Pharaons.

Sous les Césars, les besoins étaient à peu près les mêmes. Mais l'amoindrissement de la branche pélusiaque et l'accroissement du tirant d'eau des navires ayant rendu précaire la voie navigable entre Bubaste et la mer Érythrée, l'empereur Adrien augmenta la profondeur du canal; et il en assura l'alimentation en remontant la prise d'eau en tête du Delta, vers l'endroit où est actuellement le Caire.

Lors de l'invasion des Arabes, le lieutenant d'Omar, Amrou, eut, dit-on, la pensée de relier les deux mers par un canal direct de Suez à Péluse. Les eaux du Nil, amenées du Caire par l'ancien canal des Césars, auraient alimenté ce canal. Mais Omar s'opposa à ce projet, dans la crainte d'ouvrir aux vaisseaux chrétiens le chemin de l'Arabie. Le fanatisme des Califes ferma l'Égypte elle-même au commerce de l'Europe. Le canal de Suez n'eut plus pour objet, comme sous les Pharaons et sous les rois de Perse, que le commerce particulier de l'Égypte et de l'Arabie; et il fut subordonné aux relations politiques des deux pays. Si Omar faisait rétablir le canal des Césars, pour approvisionner l'Arabie, cent cinquante ans après lui, El-Mansour le faisait combler, pour affamer la Mecque et Médine.

La conquête de l'Égypte par les Français fit revivre la question du canal de Suez oubliée depuis dix siècles. M. Lepère, ingénieur en chef des Ponts et chaussées, l'examinant successivement au point de vue du commerce de l'Égypte et au point de vue de la grande navigation de transit, indiqua deux solutions :

1° Pour le commerce de l'Égypte, un canal à petite section, de Suez à Alexandrie, par la région centrale du Delta, alimenté par les eaux du Nil;

2° Pour la navigation de transit, un canal à

grande section de Suez à Péluse, alimenté par les eaux de la mer Rouge.

Cette seconde solution, présentée comme un vœu plutôt que comme un projet exécutable, n'avait pu jusqu'à ce jour être sérieusement étudiée. Nous pensons qu'elle est la seule qui puisse satisfaire les besoins de la grande navigation qui se fait actuellement entre l'Europe et les mers de l'Asie, où plusieurs des nations européennes ont des colonies opulentes dont les progrès sont de jour en jour plus rapides.

Ce sont les développements prodigieux qu'ont pris dans les siècles derniers, et particulièrement dans le nôtre, la marine et le commerce de tous les peuples civilisés, qui ont fait sentir l'urgence de cette communication nouvelle et abrégée. L'antiquité ne pouvait éprouver ce besoin, parce qu'elle n'avait point les mêmes nécessités. Le commerce et la navigation qui se firent presque uniquement dans la Méditerranée jusqu'aux temps modernes, n'avaient pas assez d'importance pour exiger des facilités et une extension plus grandes. Les relations assez rares qu'on entretenait alors avec l'Asie pouvaient se contenter généralement des voies de terre; et l'Europe n'avait point, à cette époque, dans les mers de l'Inde et de la Chine les établissements immenses que depuis elle y a fondés. Bien plus, l'antiquité eût-elle conçu cette pen-

sée, qui sera un honneur pour le dix-neuvième siècle, elle aurait été probablement incapable de l'exécuter.

Depuis la découverte du cap de Bonne-Espérance, les choses ont beaucoup changé. Mais la voie que cette découverte ouvrit à la navigation a encore suffi pendant longtemps au monde, toute périlleuse qu'elle était. Il a fallu que les relations avec l'Asie s'accrussent successivement pendant trois siècles, et dans une proportion qui n'est pas près de s'arrêter, pour qu'une amélioration nouvelle devînt indispensable. L'Angleterre, qui est la plus intéressée dans ces questions, puisque c'est elle qui a dans l'Asie les possessions les plus étendues et les plus riches, a été la première à inaugurer ce progrès; et, grâce à la vapeur, elle a établi depuis dix-huit ans, par la mer Rouge et par l'isthme de Suez, des communications qui transportent les voyageurs et les dépêches, en moins d'un mois, des ports indiens à ceux du Royaume-Uni.

C'est donc un canal d'utilité universelle qu'a voulu faire S. A. le vice-roi d'Égypte.

Cette destination éminente du nouveau canal nous indique nettement dans quel esprit doivent être conçus les travaux qu'il exigera; et ces considérations, quelque générales qu'elles soient, nous ont semblé devoir dominer l'ensemble de notre rapport. Nous ne perdrons donc jamais de vue, dans

les diverses parties qui doivent le composer, que c'est un grand canal maritime, d'un passage facile, toujours ouvert et toujours sûr, que demande la civilisation, au point où en sont aujourd'hui les relations commerciales du monde.

§ II.

DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ÉGYPTE ET DE L'ISTHME DE SUEZ.

On sait que le territoire de l'Égypte est la portion du bassin du Nil comprise entre les cataractes et la mer. Resserré entre deux chaînes de montagnes à peu près parallèles qui le séparent de la Libye et de la mer Rouge, il forme, en amont du Caire, une vallée très-encaissée de 200 lieues de longueur sur 3 à 4 de largeur, qui constitue la moyenne et la haute Égypte. Il se développe ensuite entre les collines qui prolongent vers le N. O. et le N. E. les deux chaînes de montagnes, dirigées jusque-là S. N.; et il forme entre le Caire, Alexandrie et Péluse, une immense plaine triangulaire de 1375 lieues de superficie qui constitue la basse Égypte.

Le Nil avait autrefois sept branches, dont les deux extrêmes, longeant le pied des collines, débouchaient vers Alexandrie et vers Péluse, et embrassaient toute la plaine. Il se bifurque aujourd'hui, en aval du Caire, en deux branches qui aboutissent à Rosette et à Damiette, et qui divisent ainsi la basse Égypte en trois provinces : le Béhéré

à l'ouest, le Delta au centre, et le Cherkié à l'est. Ces trois provinces sont sillonnées par une multitude de canaux. Ce sont des rameaux détachés des deux branches du fleuve qui vont se perdre dans la série de lagunes qui s'étendent, le long de la mer, entre Alexandrie et Péluse. Ces canaux, creusés pour l'irrigation des terres, sont généralement navigables pendant la saison des crues; et, après avoir fertilisé le sol, ils facilitent le transport des produits. Mais le seul canal dont le caractère soit essentiellement commercial est le Mahmoudieh, qui relie le Nil au port d'Alexandrie.

La chaîne de montagnes interposée à l'orient, entre la vallée du Nil et la mer Rouge, est un massif à pentes abruptes qui se maintient à une grande hauteur jusque sur la ligne du Caire à Suez. A partir de cette ligne, ce massif s'affaisse brusquement, pour se prolonger en pointe, et par des collines calcaires, dans la direction du N. E., jusque par le travers du lac Timsah, et jusqu'au lac Menzaleh, par des plateaux de sable et de gravier, qui appartiennent au sol de l'isthme.

Cette pointe calcaire a pu être originairement un cap avancé entre la Méditerranée et la mer Rouge. Elle sépare encore nettement la vallée du Nil, qui forme le sol cultivable de l'Égypte, du bassin de l'isthme de Suez, qui n'est qu'un désert. Cette séparation n'est pas même actuellement complète, et

dans les grandes crues, les eaux du Nil s'épanchent dans l'isthme, vers la région nord par le lac Menzaleh, et vers la région centrale par la vallée de l'Ouadée-Toumilat, que forme une légère dépression de terrain, entre les collines calcaires et les plateaux de sable et de gravier. Cet écoulement naturel des eaux d'inondation marque les deux seules voies par lesquelles un canal dirigé d'Alexandrie sur la mer Rouge, à travers l'Égypte, pourrait déboucher de la vallée du fleuve dans l'isthme.

Les eaux du Nil ont recouvert tout le sol, qu'elles baignent dans les grandes crues, d'une couche de limon dont l'épaisseur diminue en général à mesure que l'on s'éloigne du fleuve. Ce dépôt superficiel, qui forme le sol cultivable de l'Égypte, repose sur une couche épaisse de sable de mer encore imprégné de sel.

Le lit du Nil, considéré comme une coupe générale dans le terrain, accuse partout cette division du sous-sol en deux couches distinctes. La ligne de démarcation forme un plan légèrement incliné vers la mer qui suit à peu près le plan d'eau à l'étiage. La filtration des eaux dans les sables de mer maintient dans le sous-sol une humidité permanente qui, en remontant à la surface à travers la couche de terre végétale, la couvre d'efflorescences salines. Cette tendance ascensionnelle des sels dont le sous-sol est imprégné, est augmen-

tée en été par les grandes chaleurs et par la tension des eaux du fleuve au-dessus de l'étiage. Elle frapperait le sol de stérilité s'il n'était annuellement délavé par les eaux douces du Nil. Le délavage des terres est donc en Égypte la condition première de toute culture. De là, la nécessité de cette multitude de canaux qui sillonnent la basse Égypte en tous sens, pour porter sur tous les points l'eau, c'est-à-dire la végétation et la vie.

Ces canaux servent à la fois à inonder les terres et à les dessécher après qu'elles ont été délavées. Couper la prise d'eau de ces canaux sur le fleuve ou en intercepter l'écoulement à la mer, seraient deux moyens également sûrs de rendre toute culture impossible dans la basse Égypte.

Les canaux, ouverts en vue de l'inondation dans la couche de terre végétale, se maintiennent très-bien. Mais ceux qui sont creusés dans la couche des sables de mer, pour les irrigations pendant l'étiage, sont incessamment envahis par les sables des berges qu'entraînent les eaux d'infiltration; et ils se bouchent plus rapidement encore à la prise d'eau sur le fleuve. Un canal qui aurait 8 mètres de profondeur atteindrait nécessairement la couche de ces sables, et l'on aurait de graves difficultés à l'établir et à le conserver.

Des cataractes à la mer, sur un parcours de 300 lieues, le Nil ne reçoit aucun affluent; son lit

présente dès lors une largeur uniforme que l'on peut évaluer en moyenne à 1200 mètres dans la haute et moyenne Égypte, et à 600 mètres dans la basse Égypte, où il est divisé en deux branches. Il coule paisiblement et sans sinuosités du sud au nord à travers une plaine unie, recouverte de ses alluvions et légèrement inclinée vers la mer. La pente générale de cette plaine est d'un mètre par kilomètre, des cataractes au Caire, et de $0^m,50$ seulement, du Caire à la Méditerranée.

Le Nil croît et décroît avec régularité et lenteur. Ses eaux, après s'être progressivement élevées de juin en septembre, s'abaissent graduellement d'octobre en mai. La hauteur de la crue, qui diminue naturellement à mesure qu'on descend le fleuve, varie d'une année à l'autre, mais dans des limites assez restreintes. La plus faible crue a environ les deux tiers de la plus forte.

Cette espèce de marée annuelle à laquelle le fleuve est assujetti, lui donne un régime périodique qui est résumé, pour le Caire, dans le tableau ci-après :

	Niveau au-dessus de la Méditerranée.	Vitesse à la surface.	Débit en 24 heures.
Régime minimum à l'étiage	$14^m + 0,00$	$0^m,50$	$50.000.000^{mc}$
Régime maximum dans les grandes crues.	$14^m + 8,00$	$1^m,50$	$800.000.000^{mc}$

Les eaux du Nil sont toujours troubles, principalement pendant les crues; elles contiennent en moyenne 0,004 de limon. Une très-petite partie de ce limon reste déposée sur les terres inondées et exhausse le sol; la presque totalité est entraînée à la mer. Le fleuve roule en outre, sur le fond, les sables que le vent jette dans son lit et ceux que le courant détache de ses rives. Ces sables, qui forment dans le haut Nil une multitude de bancs, s'arrêtent à une assez grande distance de la mer. A 20 kilomètres des embouchures, le terrain qui tapisse le lit du fleuve n'offre plus qu'un peu de sable, en quelque sorte perdu dans la masse des vases; et les alluvions charriées à la mer sont presque exclusivement vaseuses.

Les bouches de Rosette et de Damiette sont barrées par des bancs de sable essentiellement variables sur lesquels il ne reste guère que 1 à 2 mètres d'eau à l'étiage, et 2 à 3 pendant les crues.

Ces données sur la configuration et la nature du sol de la basse Égypte, sur le régime des eaux du Nil, étaient indispensables pour apprécier la valeur des divers tracés que nous avions à examiner. Il nous reste à présenter une idée générale de l'isthme de Suez.

Sans entrer ici dans des détails géologiques qui trouveront ailleurs une place plus convenable, il faut donner cependant une description sommaire de

l'isthme entier. En ligne droite, du fond du golfe arabique à la Méditerranée, cette langue de terre a 113 kilomètres de long, c'est-à-dire un peu moins de 29 lieues communes. Suez est par 29° 58′ 37″ de latitude nord, tandis que Tineh, l'ancienne Péluse, est par 31° 3′ 37″. La différence en latitude n'est donc quede 1° 5′.

La carte topographique jointe à ce rapport suffit à montrer d'un coup d'œil la configuration de l'isthme. Entre la mer Rouge et le golfe de Péluse, du sud au nord, règne une dépression qui est très-accusée, surtout dans la traversée des Lacs-Amers et du lac Timsah. Cette dépression a bien quelques renflements entre les Lacs-Amers et le lac Timsah, et plus loin entre le lac Timsah et le lac Menzaleh. Mais sauf deux seuils élevés de 12 à 15 mètres et très-courts, aux points qui viennent d'être indiqués, il y a dans toute la longueur de l'isthme comme un thalweg presque horizontal.

Vers le milieu de cette dépression longitudinale, c'est-à-dire à la hauteur du lac Timsah, se trouve une autre dépression qui est à peu près perpendiculaire à la première, et qui s'étend du centre de l'isthme jusqu'aux terres alluviales du Delta. Cette seconde dépression, moins marquée que la première, se dirige de l'ouest à l'est. C'est ce qu'on appelle l'Ouadée-Toumilat, l'ancienne terre de Gessen, où les Hébreux vinrent s'établir sous la

conduite de Jacob, quand Joseph les y appela, et d'où ils sortirent sous la conduite de Moïse, vers le dix-septième siècle avant notre ère.

Il résulte de cette configuration extérieure de l'isthme, qu'à première vue la direction du canal des deux mers se trouve marquée par la nature elle-même. En second lieu, cette autre dépression qui va de Timsah à Belbeïs, l'ancienne Bubaste, peut relier non moins aisément la navigation intérieure de l'Égypte à la navigation maritime qui passerait sur sa frontière. L'Ouadée-Toumilat, quand la crue du Nil est un peu forte, se trouve rempli par les eaux du fleuve, qui arrivent jusqu'au lac Timsah, et qui arrivaient peut-être jadis jusqu'aux Lacs-Amers eux-mêmes, en contournant le seuil qui les en sépare. Nos collègues qui sont allés en Égypte ont trouvé le limon du Nil dans les fondrières du lac Timsah pareil à celui qui recouvre les plaines de la basse Égypte et le fond de la vallée du Nil.

La solution du problème ainsi considéré paraît très-simple; et si quelque chose doit étonner, c'est qu'en face d'indications si précises, et si frappantes pour quiconque a visité les localités, on se soit donné la peine de chercher une solution plus compliquée, avant de s'être assuré que celle-là fût impossible.

---

§ III.

DES TRACÉS INDIRECTS.

Plusieurs motifs paraissent avoir détourné du tracé direct la plupart des ingénieurs qui, depuis un demi-siècle, se sont occupés de ces questions. Ces motifs sont : l'influence de la tradition, qui ne parlait guère que de tentatives faites pour unir le Nil à la mer Rouge; la connaissance incomplète des localités, qui faisait supposer que la baie de Péluse était absolument impraticable; enfin, en troisième lieu, l'intérêt mal entendu de l'Égypte, qu'on voulait doter d'un grand canal maritime intérieur, sans voir que ce canal lui serait bien plutôt nuisible qu'utile.

Ces motifs, joints à des considérations politiques, que nous n'avons point à examiner, ont déterminé les trois tracés indirects proposés, depuis le commencement de ce siècle, par M. Lepère, membre de l'Institut d'Égypte et ingénieur en chef des Ponts et chaussées de France; par M. Paulin Talabot, ingénieur en chef du même corps; et par MM. Alexis et Émile Barrault. Ces trois tracés tra-

versent l'Égypte pour aboutir à Alexandrie en passant par le centre, par la tête ou par la base du Delta. Il est de notre devoir de les examiner, et de les juger dans leurs mérites divers, du point de vue où nous nous sommes placés : celui d'un canal de grande navigation toujours libre et toujours ouvert.

PROJET DE M. LEPÈRE.

M. J. M. Lepère faisait partie de l'expédition d'Égypte en 1798. Il a résidé pendant plus de deux ans dans le pays, où il a pu étudier personnellement les problèmes qu'il se proposait de résoudre. Il y avait dirigé tous les travaux préliminaires de nivellement ; et c'est après quatre ans d'études qu'il présenta son Mémoire, le 24 août 1803, au Premier Consul. Ce long et consciencieux travail est intitulé *Mémoire sur la communication de la mer des Indes à la Méditerranée par la mer Rouge et l'isthme de Suez.* Il ne contient pas moins de 168 pages in-folio, et il a paru, en 1808, dans le grand ouvrage d'Égypte, un des résultats les plus glorieux et les plus solides de l'expédition française. Sur les indications du général Bonaparte, qui lui avait demandé ce travail, et qui, le premier, avait découvert, avant toute l'escorte qui l'accompagnait, les traces de l'ancien canal dans le désert, au nord de

Suez, M. Lepère s'occupa à peu près exclusivement de rétablir cet ancien canal.

La troisième section de son mémoire est spécialement consacrée à la description du canal rectifié qu'il propose. Ce canal se composait de trois parties principales. La première, qui n'était guère que l'antique canal des Rois, comme le disait M. Lepère citant les auteurs de l'antiquité, s'étendait de la mer Rouge au Nil; elle avait son origine à Suez, traversait les Lacs-Amers, pénétrait dans l'Ouadée-Toumilat et débouchait dans la branche de Damiette à Bubaste. La seconde partie empruntait les branches du Nil et ses canaux. Enfin, la troisième partie se composait de l'ancien canal d'Alexandrie, rétabli, et suivant presque complétement la direction qu'on a donnée plus tard au canal Mahmoudieh.

Dans sa première partie, le canal avait au moins quatre écluses à sas; et ces écluses devaient avoir la largeur et la profondeur convenables pour recevoir, pendant les grandes crues, les bâtiments de mer tirant de 12 à 15 pieds. M. Lepère évaluait la dépense totale, sans prétendre d'ailleurs la fixer d'une manière bien précise, à la somme de trente millions de francs tout au plus. Il ne demandait que cinq ans pour accomplir ce travail, qu'il comptait abréger en employant le plus possible les restes encore subsistants des anciens travaux.

Mais tout en proposant ce tracé indirect, qui lui



semblait plus utile que tout autre à l'Égypte, M. Lepère a parlé plusieurs fois de la coupure directe de l'isthme entre Suez et Péluse; et il regrette de ne pouvoir adopter cette solution plus simple du problème, au lieu de la solution contraire, à laquelle il s'attache. Deux motifs paraissent le décider. D'abord, il craint de ne pouvoir creuser et entretenir à une profondeur convenable le chenal entre Suez et les grands fonds de la rade. En second lieu, il ne voit point où l'on formerait sur la côte de Péluse un port commode, qu'on ne pourrait pas cependant se dispenser d'y établir. Il redoute aussi les ensablements que pourrait causer le vent du N.-O.; et ces considérations le décident à renoncer au tracé direct. Sans ces craintes, il aurait proposé volontiers ce tracé, qui avait à ses yeux ce grand avantage de présenter une navigation constamment indépendante du Nil. C'eût été dans la pensée de M. Lepère un complément excellent du tracé indirect; et la navigation de grand tonnage aurait pu passer par ce canal, tandis que les petits navires marchands auraient pris l'autre voie. Tout en voyant très-bien que le canal direct abrégerait pour la navigation la route de l'Inde, M. Lepère s'arrête peu à cette idée; et il ne comprend pas les dépenses de ce second canal dans les évaluations qu'il a indiquées pour l'ensemble des travaux.

PROJET DE M. PAULIN TALABOT.

Le projet de M. P. Talabot, publié une première fois en 1847, l'a été une seconde fois en 1855, dans un recueil littéraire justement estimé, la *Revue des Deux-Mondes*, numéro du 1er mai, deux mois environ après qu'avait paru l'Avant-projet des ingénieurs de S. A. le vice-roi. Comme cette seconde publication de M. P. Talabot est plus complète que l'autre, c'est à elle seule que nous nous référons.

Le canal de M. P. Talabot part de Suez; il suit l'Ouadée-Toumilat et remonte jusqu'au Caire, ou du moins près du Caire. Il franchit le Nil au-dessus du barrage de Saïdieh, sans emprunter le cours du fleuve autrement que pour le traverser, et il se dirige de là sur Alexandrie, où il vient déboucher dans le port vieux. Sa longueur est de 100 lieues environ. Il a 100 mètres de large et 8 mètres de profondeur. Il est alimenté par l'eau du Nil.

Dans ce projet, la principale difficulté, c'est la traversée d'un fleuve tel que le Nil, qui n'a pas moins d'un kilomètre de largeur. C'est un obstacle des plus graves; et M. P. Talabot laisse à choisir, pour le vaincre, entre deux moyens qu'il expose, sans se décider précisément pour l'un ou pour l'autre. C'est, d'une part, la traversée en rivière; et de

l'autre l'expédient d'un pont-canal. Nous examinerons successivement ces deux moyens, qui offrent tous les deux matière à de nombreuses objections.

Comme M. P. Talabot a très-bien vu la donnée générale du problème, et qu'il sent comme tout le monde que le canal à creuser aujourd'hui en Égypte doit livrer passage au commerce universel, il a donné à son canal les dimensions nécessaires pour admettre les plus gros navires. Ainsi, la traversée en rivière suppose qu'on pourra maintenir dans le lit du Nil une hauteur d'eau de 8 mètres au moyen du barrage de Saïdieh.

Mais ici trois difficultés se présentent. D'abord, le lit du fleuve ne peut dans aucun cas être abaissé d'une manière permanente au-dessous des radiers, sur lesquels il ne reste que $1^m,80$ d'eau à l'étiage. Il faudra donc surélever les eaux de $6^m,20$. Mais le barrage n'a été construit qu'en vue d'une charge de $4^m,50$. Serait-il prudent de lui imposer une surcharge de $1^m,70$? Nous ne le pensons pas.

En second lieu, si l'on admet par impossible que cet essai puisse se faire et que cette témérité réussisse, il en résultera que la tension des eaux à $6^m,20$ au-dessus de l'étiage, niveau supérieur à celui des terrains cultivés sur les bords du Nil, provoquera en été dans ces terrains des infiltrations de bas en haut. Or, l'effet de ces infiltrations est bien connu de tous ceux qui ont habité l'Égypte; et l'on

sait qu'elles ne tardent pas à frapper le sol de stérilité en le couvrant d'efflorescences salines. Le canal de M. P. Talabot aurait, sur ce point au moins, un effet diamétralement opposé à celui qu'il se propose, puisqu'il diminuerait la richesse agricole du pays au lieu de l'accroître.

En troisième lieu, les masses de sable charriées par le Nil tendraient inévitablement à se déposer en amont du barrage, où la vitesse, en dehors des temps de crues, serait moindre que dans les autres parties du fleuve. On n'aurait d'autre moyen pour combattre cette tendance au relèvement du fond que de recourir à l'emploi de machines à draguer. Mais sans compter la gêne qui en résulterait pour la navigation, il paraît difficile d'espérer que le travail régulier de ces machines, opposé aux arrivages des sables, variant eux-mêmes comme le régime du fleuve, puisse maintenir d'une manière permanente le fond du lit au niveau du plafond du canal. Les difficultés proviendraient surtout de la différence que présenterait la forme du fond du lit du Nil, dans la traversée du canal, comparée au profil ordinaire.

On peut encore objecter que la traversée du fleuve par les navires de grandes dimensions qui fréquenteraient le canal, ne se ferait pas sans difficulté à l'époque des crues du fleuve, où la vitesse est de 1^{m},50 par seconde.

On ne doit pas oublier d'ailleurs que le barrage du Nil n'est pas encore achevé. C'est une œuvre purement locale; et ce seront les besoins du pays, dont le gouvernement égyptien est seul juge, qui détermineront le moment où ce grand ouvrage sera définitivement appliqué à sa destination. Il serait donc peu prudent de rattacher à l'achèvement de ce travail, qui peut tarder encore, les dispositions d'un projet auquel on compterait donner une suite immédiate ou prochaine.

Nous devons dire qu'en présence des graves inconvénients que présente la traversée en rivière, M. P. Talabot n'hésite pas à avouer que « le » maintien d'une telle profondeur offre des difficultés qui n'ont jamais été surmontées ni même » abordées. » L'auteur de ce projet semble donc croire, comme nous, que la traversée en rivière est un moyen impraticable; et par là même on est autorisé à supposer qu'il incline davantage à sa seconde idée, celle du pont-canal, traversant le Nil au même point où la traversée en rivière devrait avoir lieu, non loin du Caire.

Mais il faut se rendre compte exactement de ce que serait un pont-canal dans ces conditions.

D'abord, ce pont-canal devrait avoir tout au moins un kilomètre de long, pour fournir un débouché suffisant au cours du Nil. Sa largeur devrait être de 38^{m} environ afin que deux navires pussent

s'y rencontrer. M. Talabot en fixe la hauteur à 12 mètres au-dessus des hautes eaux. Mais ce n'est pas suffisant. Il serait nécessaire d'abord que le pont-canal eût ces 12 mètres au moins au-dessus des hautes eaux, pour que les bateaux du fleuve pussent passer avec leurs mâts, sans parler des vergues, qu'ils pourraient toujours baisser. Ce serait déjà 18 ou 20 mètres au-dessus des eaux basses. Il faut ajouter les 8 mètres d'eau qu'aurait le canal lui-même, et les 2 mètres d'épaisseur des voûtes. C'est donc en tout 22 ou 23 mètres au-dessus du Nil, quand il est gonflé par la crue périodique et qu'il est plein. C'est 30 mètres à peu près au-dessus de l'étiage. Enfin, le niveau des hautes eaux étant déjà à 19 mètres au-dessus du niveau des deux mers, le pont-canal sera tout au moins à 40 mètres au-dessus de la mer Rouge et de la Méditerranée.

Supposons, avec M. Talabot, que l'on donne trois mètres de chute aux écluses; il faudra quatorze à quinze écluses sur chacun des versants du canal. Le nombre n'en pourrait être diminué qu'au détriment de l'eau consommée pour les besoins de la navigation.

Si, pour abaisser le niveau du bief de partage, on établit, ce qui serait du reste préférable, un canal latéral au Nil pour l'usage des barques naviguant sur le fleuve, le nombre des écluses pourra

être réduit à dix sur chaque versant. Mais d'un autre côté, on aura à faire les frais d'établissement des écluses nécessaires au service de ce canal, sans compter les frais de l'alimentation.

Quelque système que l'on adopte, avec ou sans canal latéral, un pont-canal de 1,000 mètres de longueur, dont la largeur ne pourrait être moindre que 38 mètres, qui serait accompagné à chaque extrémité de plusieurs écluses accolées à élever à une grande hauteur, constituerait un ensemble d'ouvrages extrêmement dispendieux. Mais ce ne serait peut-être que le moindre des inconvénients qu'aurait l'emploi du pont-canal. Le groupement de plusieurs écluses aux extrémités de l'ouvrage serait une cause incontestable de retards dans les mouvements de la navigation; et peut-être dans un avenir assez prochain le canal deviendrait-il insuffisant.

L'alimentation du canal, M. Talabot le reconnaît lui-même, constitue la principale difficulté de son projet. Comme moyen d'y pourvoir, il indique l'emploi de machines à vapeur à l'aide desquelles on éleverait l'eau du canal de Joseph, qui coule au pied de la chaîne Libyque, dans un bassin qu'il établirait dans une des gorges de cette chaîne, lequel bassin serait mis en communication avec le bief de partage. Il estime à 300,000 mètres cubes le volume d'eau qui serait employé chaque jour

pour franchir le pont-canal, et à 600 ou 800 chevaux, la puissance des machines qui serait nécessaire pour élever ce volume à une hauteur qu'il évalue à 12 mètres.

Ce mode d'alimentation est inadmissible, parce que le canal de Joseph est à sec pendant une partie de l'année. Il faudrait nécessairement prendre l'eau directement dans le Nil. Mais alors on ne pourrait songer à établir un réservoir dans la chaîne Libyque, qui, dans cette partie, se trouve à 20 kilomètres du fleuve. On ne pourrait que faire faire au bief de partage l'office de réservoir, en soulevant son niveau de 2 mètres à 2m,50, et en donnant aux machines une puissance nécessaire pour alimenter le canal au fur et à mesure de la consommation, calculée sur le mouvement de navigation le plus actif.

Dans ce cas, en comptant sur un mouvement maximum de quatre navires par heure, et sur une hauteur d'élévation de l'eau de 16 mètres seulement, on trouve qu'il faudrait employer des machines à vapeur de la force collective de 4,000 chevaux. La dépense d'entretien de ces machines équivaudrait à une impossibilité.

M. Talabot a évalué à 73,000 mètres cubes les dépôts de limon qui se formeraient annuellement dans le canal. Il a pour cela supposé que la proportion moyenne de limon tenu en suspension dans

l'eau du Nil était la même que celle qui a été constatée pour le Rhône, c'est-à-dire de 0,0004 du volume de l'eau. Mais elle est beaucoup plus considérable. Elle n'est pas en effet moins de 0,008 pendant la crue et de 0,002 à l'étiage. En admettant 0,004 comme proportion moyenne, on trouve que les dépôts qui se formeraient dans les 392 kilomètres du canal, seraient chaque année de 2,738,660^{mc}, dont l'extraction ne coûterait pas moins de 2,000,000 de francs, et qui exigerait la présence de 25 à 30 machines à draguer en permanence dans le canal.

Mais ce ne sont pas là les seules objections que soulève le projet de M. Talabot. Son canal serait ouvert sur une partie de son parcours dans les terrains d'alluvion de la vallée du Nil. Ces terrains reposent sur une couche générale d'un sable très-fin, que l'on rencontre à peu près au niveau de l'étiage du fleuve. Le creusement du canal dans ce sable présenterait de très-grandes difficultés. Si on voulait l'exécuter à bras d'hommes par épuisement, le sable entraîné par les eaux tendrait constamment à combler les fouilles. On serait donc conduit à employer des machines à draguer. Mais alors il en résulterait une augmentation notable dans le prix des terrassements.

Comme dans tous les canaux où l'on fait usage d'écluses, on ne pourrait éviter des chômages

dont le préjudice serait énorme pour le commerce.

Le halage ne serait facile que par des chevaux, parce que les nombreuses écluses interdiraient le remorquage à vapeur. Or le halage à grande vitesse par les chevaux ne peut être estimé à moins de 3 centimes par tonne et par kilomètre. Ce serait donc à peu près 12 francs pour le parcours entier de Suez à Alexandrie. Un pareil prélèvement rendrait l'entreprise complétement improductive.

Enfin, le canal passe au cœur de l'Égypte, et il la partage en deux grandes portions qu'il isole l'une de l'autre. Quel qu'en soit le tracé au delà du Nil, il coupe tous les canaux d'irrigation et d'inondation qui sillonnent les riches provinces de Cherkieh et de Béhéré, et qui apportent sur tous les points de la contrée l'eau indispensable à toutes les cultures. Il affecte donc de la manière la plus profonde le système hydraulique, très-complexe, sur lequel repose la richesse agricole d'une grande partie de la basse Égypte. Par suite, il imposerait à la Compagnie concessionnaire l'obligation de remanier de fond en comble ce système hydraulique, qui devrait cependant conserver toute la liberté d'extension et de déplacement qu'il comporte aujourd'hui. Indépendamment des accidents graves de toute nature que cet énorme changement pourrait causer, et qu'il est facile de prévoir, ce serait une source inépuisable de conflits soit

avec le gouvernement, conservateur vigilant des canaux, soit avec les particuliers dont les propriétés seraient atteintes. En tout cas, ce serait une charge très-lourde qu'on imposerait à la Compagnie, et à laquelle les partisans de ce tracé ne semblent pas avoir suffisamment pensé.

Reste, pour le projet qui nous occupe actuellement, à présenter quelques observations relatives à l'embouchure du canal dans la Méditerranée.

Le port vieux d'Alexandrie, dans lequel M. Talabot fait déboucher son canal, est une rade vaste et sûre, bien qu'exposée aux vents de l'O. N. O. pendant les deux tiers de l'année. Mais les mouvements d'entrée et de sortie, lents et difficiles en temps ordinaires, y sont interdits, quand la mer est grosse, aux navires d'un tirant d'eau de plus de 6 mètres. Pour rendre l'accès du port vieux facile en tout temps, il faudrait élargir la grande passe en dérasant jusqu'à 10 mètres de profondeur les récifs dangereux qui la resserrent. Le canal ne pourrait y déboucher qu'entre le mur d'enceinte et la gare du chemin de fer. Mais cette région même est rocheuse, et elle est battue par la houle du N. O. L'entrée du canal ne serait accessible pour les grands navires qu'à la condition d'être portée en mer entre deux jetées jusqu'à la profondeur de 9 mètres et à 400 mètres du rivage.

Le chenal serait à creuser dans la roche vive, et

ce travail ne laisserait pas que de présenter d'assez grandes difficultés.

De plus, comme le chenal s'ouvrirait au milieu d'un banc sous-marin de sables mobiles, auxquels les tempêtes du N. O. et du N. E. impriment un mouvement de va-et-vient, il serait exposé aux envahissements de ces sables; et il ne pourrait être maintenu qu'au moyen de dragages.

Ainsi, le port vieux d'Alexandrie est loin de se prêter à un débouché économique et facile du canal.

Le tracé du canal de Suez sur Alexandrie, par le haut du Delta, est donc inadmissible, au point de vue technique.

M. P. Talabot avait bien senti lui-même une partie des difficultés que nous venons de signaler, et il déclare qu'il eût préféré faire déboucher le canal à Péluse plutôt que de le faire déboucher aux environs d'Alexandrie, si l'établissement d'un port dans le golfe de Péluse ne lui avait semblé impossible. M. P. Talabot ne donne pas des motifs bien développés, ni bien précis, de cette opinion, qu'il emprunte à M. Lepère; et M. Lepère se l'était formée lui-même, sans plus ample examen, d'après la réputation assez mauvaise qu'on avait faite dans les temps modernes à la baie de Péluse, jadis tant employée par les anciens.

M. Talabot ne s'est donc arrêté au tracé indi-

rect que parce qu'il n'a pas connu l'état réel des choses dans la baie de Péluse.

Il y aurait encore contre ce tracé des objections politiques, que ne manquerait pas d'élever la prudence du gouvernement égyptien. Mais l'examen de ces objections, à elles seules décisives, n'entre point dans le cercle de nos recherches, et il nous suffira de les avoir simplement indiquées.

A côté de toutes ces questions purement techniques, M. P. Talabot en a traité une autre où nous sommes heureux d'être parfaitement d'accord avec lui. Il a établi dans son Mémoire, d'après les études faites en 1847, que les deux mers étaient de niveau. Nous verrons que ce fait, publié pour la première fois par lui comme résultant d'opérations scientifiques, a été vérifié depuis lors à diverses reprises. On peut dire qu'il est désormais acquis à la science.

PROJET DE MM. BARRAULT.

Le tracé qu'ont proposé MM. Alexis et Émile Barrault dans un article de la *Revue des Deux Mondes*, 1er janvier 1856, où M. P. Talabot avait également déposé le sien près d'un an auparavant, suit une direction intermédiaire entre le tracé direct de Suez à Péluse et le tracé qui passe par le Caire et Alexandrie. Allant d'abord de Suez au lac Menzaleh directement, il traverse ce lac dans toute sa lon-

gueur du S. E. au N. O.; et près d'atteindre la mer, il longe parallèlement le rivage pendant 40 lieues et plus, pour venir déboucher dans le port neuf d'Alexandrie. On le voit : MM. Barrault transportent le passage du Nil par le canal, de la région haute à la basse région de l'Égypte. Leur canal franchit le fleuve sur ses deux branches principales de Rosette et de Damiette. Le problème est ainsi déplacé du sommet du Delta à sa base; et en faisant ce déplacement, MM. Barrault espèrent éviter le reproche que l'on a fait au projet de M. Talabot de troubler le régime hydraulique du Nil inférieur et de ses dérivations.

Quoique le projet de MM. Barrault, qui n'ont point exploré non plus les lieux, ne porte pas l'empreinte d'études bien profondes ni bien sérieuses, nous croyons devoir l'examiner sommairement, pour éviter le reproche d'avoir négligé une des solutions proposées du problème qui nous occupe.

Voici d'abord le système général de ce tracé. Il se compose de trois biefs. L'un va de Suez à la branche de Damiette, un second va de Damiette à Rosette, et enfin, un troisième, de Rosette à Alexandrie. L'eau dans ces trois biefs se maintient généralement à la même hauteur, à un mètre au-dessus du niveau de la Méditerranée. On compte alimenter le canal, avec l'eau dérivée du Nil, par un canal allant de Bubaste au lac Timsah, par la vallée de

l'Ouadée, et par l'eau que l'on tirera directement des deux branches principales du Nil et que l'on retiendra au moyen de barrages.

La moindre profondeur de l'eau dans le canal est de 8^{m},50.

Ce tracé traverse les deux branches du fleuve sur des points où son thalweg offre naturellement des profondeurs d'eau de 7 à 8 mètres, et il évite l'obligation d'élever le plan d'eau du canal bien au-dessus du niveau des deux mers qu'il doit mettre en communication. Mais il entraîne pour les canaux d'alimentation et de décharge, une multitude de travaux accessoires qui, par la quantité et la difficulté d'exécution, sont l'équivalent des travaux gigantesques du projet de M. Talabot. Il détruit d'ailleurs, de la manière la plus radicale, l'admirable système hydraulique sur lequel repose la prospérité de la basse Égypte.

Le libre écoulement des eaux, après qu'elles ont débarrassé le terrain des efflorescences salines qui le rendent improductif, est la condition première de toute culture. Tout terrain en contre-bas du niveau de la mer asséché par l'évaporation, est, en Égypte, entièrement stérile, comme la plaine de Péluse et le lac Maréotis. L'élévation du plan d'eau du canal au-dessus du niveau de la Méditerranée frapperait donc de stérilité une large zône de terrains cultivés.

En recevant toutes les eaux du Nil pour les déverser ensuite à la mer, le canal assujettirait à des retenues artificielles les eaux d'un grand fleuve, dont le débit, dans la saison des crues, est seize fois plus grand que dans la saison d'étiage. Comment admettre que d'étroites brèches pratiquées dans les berges pourraient suffire à l'écoulement des eaux, alors que, dans les grandes crues, ces eaux, qu'aucun obstacle n'arrête aujourd'hui, séjournent dans les campagnes où elles causent la ruine de la récolte et des pertes énormes? A chaque crue, ou les berges du canal seraient emportées, ou la zône maritime resterait noyée à l'époque des semailles. La destruction périodique du canal, et la ruine permanente de l'agriculture dans la basse Égypte, seraient donc les conséquences inévitables du tracé par la base du Delta.

Ce projet soulève d'ailleurs bien d'autres objections. Le terrain spongieux et inconsistant qui forme la base du Delta, rendrait bien difficiles la construction des barrages sur les deux branches du fleuve, et l'endiguement du canal dans la traversée des lacs. Les fluctuations du niveau du Nil et de la mer Rouge obligeraient à isoler le canal, du fleuve et de la mer, par des écluses qui, outre qu'elles augmenteraient les frais de premier établissement, seraient une gêne permanente pour la navigation et assujettirait le canal à des chômages. Il est très-dou-

teux que des dragages pussent maintenir dans les deux branches du Nil, sur toute leur largeur, une profondeur de 8 mètres. Le passage de l'une à l'autre écluse, à travers un fleuve qui, pendant les crues, a une vitesse de 1 mètre par seconde, serait pour les grands navires une opération difficile, et entraînerait de fréquentes avaries. Le grand développement du canal et les six écluses dont il serait coupé, élèveraient outre mesure le prix du halage.

Le canal de Suez à Alexandrie par la base du Delta ne satisfait donc que très-incomplétement aux besoins de la navigation de transit; et il exigerait des dépenses énormes de premier établissement et d'entretien. En admettant qu'on pût réussir à l'achever, il ne pourrait pas se conserver, parce qu'il porterait en lui-même le germe de sa propre ruine, aussi bien que de celle d'une partie de la basse Égypte.

§ IV.

TRACÉ DIRECT.

Si les tracés indirects que nous venons d'examiner, et tous ceux qu'on pourrait imaginer dans le même genre, présentent tant de difficultés en ce qui regarde le système hydraulique et agricole de l'Égypte et la traversée du Nil, le tracé direct présente au contraire, avec l'abréviation du parcours, une facilité tout à fait inespérée d'exécution et la certitude d'une conservation facile. A nos yeux, si le tracé direct n'était pas possible, il faudrait peut-être renoncer à la jonction des deux mers par un canal de grande navigation; car les autres moyens de réunir ces mers sont, comme nous venons de le démontrer, bien difficilement praticables.

La description sommaire que nous avons donnée plus haut de la configuration générale de l'isthme, suffit, ainsi que nous l'avons établi, pour faire voir quelle doit être, en profitant de toutes les ressources naturelles, la direction du canal maritime.

D'après l'Avant-projet étudié par MM. Linant-

Bey et Mougel-Bey, le canal part du golfe de Suez, dans la partie orientale. Il traverse, en se dirigeant presque tout droit au nord, les 20 kilomètres qui séparent Suez du bassin des Lacs-Amers. Il traverse aussi ces lacs, remplis des eaux de la mer Rouge, sans y être endigué. Puis, à l'extrémité nord des Lacs-Amers, il se dirige, en coupant le seuil du Sérapéum, sur le lac Timsah; il traverse également ce lac; et contournant le seuil d'El-Guisr, il va, en côtoyant la rive E. du lac Menzaleh, déboucher dans le fond du golfe de Péluse, entre les ruines de l'ancienne Péluse et le château de Tineh.

Les auteurs de l'Avant-projet, s'en rapportant aux sondages de 1847, avaient porté l'embouchure à l'est de Tineh, parce que l'on n'avait pas encore reconnu que les profondeurs voulues se trouvaient ailleurs plus près du rivage.

Nous avons reporté ce débouché à 28 kilomètres et demi plus à l'ouest, pour deux motifs que nous indiquons simplement ici, et que nous développerons plus loin, en traitant du port que nous avons appelé Port Saïd. Le premier, c'est qu'à cette partie de la côte, les sondages faits sous la direction de M. Lieussou par M. Larousse, ingénieur hydrographe, ont donné les profondeurs de 8 et 10 mètres à 2300 et 3000 mètres de la plage. En second lieu, il est certain que sur cette partie spéciale de la côte

l'appareillage sera beaucoup plus facile par tous les vents du large. Ces deux motifs sont tout-puissants. Mais nous ne voulons point y insister ici, puisque nous aurons à y revenir.

Avant d'entrer dans les détails de la question, nous pouvons dès à présent indiquer d'une manière générale les avantages que le tracé direct présente.

D'abord, le tracé direct est des deux tiers plus court que les autres. Au lieu de 400 kilomètres environ qu'ont les canaux de MM. Lepère, P. Talabot et Barrault, il n'en a guère que le tiers. Le parcours entier est de 147 kilomètres sans une seule écluse.

Le canal maritime, dans ce système, offre au commerce universel la solution complète du problème. La route est plus prompte, et le service est assuré en tout temps, sans que rien puisse l'entraver ou le suspendre. Les intérêts généraux sont pleinement satisfaits; et comme le travail total dans ces conditions sera beaucoup moins dispendieux, la Compagnie pourra trouver, en l'entreprenant, une rémunération suffisante de ses capitaux. Le tonnage qui passe actuellement par le cap de Bonne Espérance payera, avec grande économie pour lui-même, un péage qui représentera un bénéfice convenable dès le début; et l'on peut, sans risquer une prophétie douteuse, prédire que

l'abréviation et la facilité du chemin pour la grande navigation auront le résultat infaillible d'augmenter le trafic, comme le prouve de reste l'exemple de toutes les entreprises où la circulation, devenue plus commode et beaucoup plus rapide, s'est accrue dans une énorme proportion.

A un autre point de vue, le canal maritime placé sur la frontière de l'Égypte, et traversant uniquement le désert qui la borne à l'est, ne peut avoir aucune des conséquences fâcheuses que portaient avec eux tous les tracés indirects, qui traversaient le cœur du pays. Il ne changera rien au système hydraulique sur lequel repose la fertilité nécessaire du sol. Loin de la déranger dans aucune de ses parties, il ne fera que l'accroître et l'étendre, en donnant à l'Égypte un canal d'eau douce de plus dans l'Ouadée-Toumilat.

Enfin, il servira puissamment les intérêts politiques et religieux de l'Empire Ottoman, qui se trouvera en communication directe avec les villes saintes, dont la possession est un des gages de l'autorité souveraine du Sultan; et en même temps qu'il accroîtra l'influence du Grand Seigneur, il ne donnera au gouvernement égyptien aucun de ces ombrages légitimes que fait naître tout projet qui livre l'intérieur de l'Égypte aux marines étrangères. On a dit, avec plus d'apparence que de raison, que le tracé direct était moins favorable aux inté-

rêts particuliers de l'Égypte. Pour notre part, nous ne le croyons pas; et s'il en était ainsi, ce ne serait qu'une louange de plus à donner au prince qui fait généreusement ce sacrifice aux intérêts généraux du commerce européen et de la civilisation.

Nous pensons donc que le tracé direct, tel que nous venons de l'exposer sommairement, satisfait aussi pleinement que possible à toutes les exigences, de quelque façon qu'on l'envisage; et nous allons justifier cette opinion en entrant dans les détails du projet.

Nous devons ajouter que le projet du tracé direct avait été conçu dès 1847, par M. de Négrelli, et que dans ses études de cette époque, il trouvait au problème une solution tout à fait analogue à celle que proposent MM. Linant-Bey et Mougel-Bey.

§ V.

DU NIVEAU DES DEUX MERS.

On a pu voir que nous avions toujours raisonné jusqu'ici en parlant du canal maritime direct, dans cette hypothèse que les deux mers étaient sensiblement de niveau, sauf la différence des marées. C'est un point qu'il convient de mettre pleinement en lumière ; et nous devons rendre compte des motifs sur lesquels s'appuie notre conviction.

Depuis les opérations de nivellement faites par M. Lepère en 1799, il a été généralement admis, pendant près d'un demi-siècle, que la mer Rouge avait une surélévation de $9^{m},908$, à la haute mer à Suez, au-dessus de la basse mer de la Méditerranée à Péluse. Quand ce résultat fut connu de l'Europe savante, au commencement de ce siècle, il n'y eut que quelques esprits supérieurs, en très-petit nombre, qui le révoquèrent en doute. On peut citer parmi ces protestations celle du grand Laplace et celle de Fourier, l'illustre auteur de la *Théorie analytique de la chaleur*. L'un et l'autre, en vertu d'idées

purement théoriques sur l'équilibre des eaux à la surface du globe, n'acceptèrent point la possibilité d'un tel fait. Laplace n'était point allé en Égypte. Mais Fourier faisait partie de l'expédition; et quoiqu'il n'eût point assisté aux opérations géodésiques sur le terrain, son opinion ne laissait pas que de tirer de cette circonstance une plus grande autorité.

Ces protestations isolées, qui ne pouvaient s'appuyer sur aucun fait directement contradictoire, ne furent point entendues. La différence de niveau trouvée par M. Lepère et ses collaborateurs s'accordait d'ailleurs parfaitement avec la tradition qui avait été transmise et acceptée par toute l'antiquité. Cette tradition remontait tout au moins jusqu'au temps d'Aristote, qui dans sa *Météorologie* (liv. Ier, chap. XIV, paragr. 27) avait dit que la mer Rouge était plus haute que la terre d'Egypte, et que Sésostris, qui avait commencé à creuser un canal, avait dû le cesser, comme plus tard Darius, parce qu'il craignait que la mer Rouge, venant à se mêler au fleuve, n'en détruisît complétement le cours. Cette idée avait été souvent reproduite depuis Aristote. Il n'est pas probable qu'elle ait eu quelque influence sur l'erreur que M. Lepère a commise. Mais il approuve dans plus d'un passage de son Mémoire les craintes des anciens, qu'il semble partager; il trouve même une sorte

de confirmation de ses travaux personnels dans ces assertions.

Une cause d'erreur plus certaine, ce sont les circonstances défavorables au milieu desquelles M. Lepère était obligé d'accomplir ses opérations. Il atteste en vingt endroits de son rapport qu'il a eu les plus grandes fatigues à supporter, et des difficultés de toute sorte à vaincre. Les alertes étaient continuelles; et il fallut interrompre les travaux au moins à trois ou quatre reprises. Les intervalles de temps pendant lesquels on les suspendit, furent très-longs. Ainsi, le nivellement, commencé le 21 janvier 1799, fut suspendu quatre jours après; et on ne put le reprendre que huit mois plus tard, du 30 septembre au 17 octobre. Nouvelle interruption à cette époque. On essaya, mais en vain, de revenir au travail le 19 novembre; on ne le reprit que le 27, pour le terminer enfin le 6 décembre suivant.

Outre les dangers de la guerre, et peut-être à cause de la nouveauté de ces opérations sous un tel climat, on ne savait pas prendre toutes les précautions nécessaires. Tantôt, on était forcé de rentrer parce qu'on n'avait plus d'eau; tantôt, on était égaré par des guides peu expérimentés ou peu fidèles, auxquels on s'était fié. De plus, M. Lepère avoue que le travail a été fait en sens divers, par portions isolées, que plus tard il a fallu coordonner pour

le journal, en les mettant dans l'ordre convenable afin que la marche fût continue d'une mer à l'autre. Comme on craignit plus d'une fois de ne jamais pouvoir achever l'entreprise, il est probable qu'on dut la brusquer sur plus d'un point. On faisait jusqu'à seize kilomètres par jour, précipitation bien grande, pour une opération aussi délicate. Enfin, comme le reconnaît encore M. Lepère, ce nivellement, qui avait tant besoin de contrôle, ne put en avoir aucun; et la vérification n'eut point lieu, à cause des péripéties de la guerre, quelque nécessaire qu'elle parût.

Il en fallait certainement moins pour qu'un travail accompli dans de telles circonstances et avec des instruments très-imparfaits, le simple niveau d'eau par exemple, et des règles au lieu de mires, ne pût présenter l'exactitude désirable. Les opérations de M. Lepère et de ses collègues n'en furent pas moins consciencieuses; et ce que nous en disons ici est plutôt, à tout prendre, une justification qu'une critique. L'appendice où M. Lepère a donné un long extrait du journal historique et géologique du nivellement de l'isthme, pourra toujours être consulté avec beaucoup de fruit; et il contient une foule de détails des plus intéressants.

M. Lepère a pris pour base de son nivellement un plan horizontal passant à 150 pieds au-dessus

du niveau de la pleine mer de Suez, le 5 pluviôse an 7 (24 janvier 1799). Il considérait cette marée comme répondant au maximum de l'élévation de la mer Rouge, quoiqu'on ne fût pas encore à l'équinoxe. La lune se trouvait alors à son périgée, et elle était en syzygie. Les vents qui régnaient du sud concouraient encore à augmenter la mer dans le golfe. On rapporta cette pleine mer au plan supérieur d'une tablette qui était pratiquée, à gauche, dans le portail nord de la maison de la marine à Suez. Cette tablette étant de 5 pieds 8 pouces 3 lignes supérieure à la marée, on avait donc pour ordonnée de ce point de repère 144 pieds 3 pouces 9 lignes. On reporta ce point aux vestiges de l'ancien canal, au niveau de sa laisse, 2270 mètres au nord de Suez.

Ce fut sur cette base qu'on fit toutes les opérations de nivellement, d'abord de la mer Rouge à la Méditerranée, puis du Mouqfâr dans l'Ouadée-Toumilat, au Caire, et enfin du Mékias ou Nilomètre du Caire, à la grande pyramide de Ghizeh.

C'est de l'ensemble de toutes ces opérations que M. Lepère a tiré cette conclusion générale que la mer Méditerranée se trouve au-dessous de la mer Rouge de 30 pieds 6 pouces, ou 9^{m},908, l'ordonnée de la basse mer à Tineh étant 58^{m},634, et l'ordonnée de la haute mer à Suez étant 48^{m},726. Il n'y avait pas

eu moins de trois cent quarante-deux stations d'une mer à l'autre.

Voici du reste dans quels termes, cités déjà par les auteurs de l'Avant-projet, M. Lepère juge lui-même son nivellement : « Pressés par le temps, » inquiétés par les démonstrations hostiles des tri- » bus arabes, obligés de suspendre à plusieurs re- » prises l'opération, forcés enfin d'exécuter au » niveau d'eau une grande partie des nivellements, » mis dans l'impossibilité de faire aucune vérifi- » cation, il n'y a rien d'étonnant à ce que les ingé- » nieurs habiles qui faisaient ces opérations dans » des circonstances si exceptionnelles, soient arri- » vés à des résultats incertains. »

Pendant quarante ans à peu près, aucun essai de nivellement ne fut repris. Seulement, en 1830, M. le capitaine Chesney, depuis major général, passant dans l'isthme et le parcourant, avait affirmé que les opérateurs français avaient dû se tromper, et que cette grande différence de niveau n'était pas réelle. Des officiers anglais, que citent les auteurs de l'Avant-projet, tentèrent, après les événements de 1840, de faire le nivellement de l'isthme, et ils déclarèrent que les deux mers étaient de niveau. Mais leurs observations ne purent être décisives, parce que leurs instruments étaient trop imparfaits. Ce n'étaient que le baromètre et le procédé par l'ébullition de l'eau.

4

Mais, à partir de 1846, une phase toute nouvelle se présente dans ces questions. Dès 1841, M. Linant-Bey avait tenté de former, avec M. Anderson, directeur actuel de la Compagnie péninsulaire et orientale, une société pour le percement de l'isthme de Suez. En 1846, une nouvelle société se forma pour exécuter, s'il était possible, les plans de M. Linant-Bey, et s'assurer qu'on pouvait ouvrir dans l'isthme un bosphore artificiel, comme il le pensait. Les principaux membres de cette société étaient MM. Stephenson, P. Talabot et de Négrelli, notre honorable collègue. La société ordonna comme opération préliminaire le nivellement de l'isthme, et elle le confia à M. Bourdaloue, bien connu pour son expérience consommée dans ces sortes de travaux. Afin que l'exploration fût aussi complète qu'on le désirait, aux ingénieurs européens que dirigeait M. Bourdaloue, on adjoignit une brigade d'ingénieurs égyptiens, deux compagnies du génie, et une compagnie d'artilleurs placés sous la direction de M. Linant-Bey. Les opérations furent faites avec le plus grand soin, de Tineh à Suez, et ensuite de Suez à Tineh. Les instruments étaient excellents; le personnel était nombreux et habile; et comme les divisions d'ingénieurs opérèrent séparément, on put obtenir plusieurs vérifications du travail commun. Ces vérifications furent au nombre de six, comme le déclare M. Bourdaloue.

Le résultat ainsi constaté était, on peut dire, infaillible; et M. P. Talabot se chargea, en 1847, de le faire connaître au monde savant. La mer Rouge et la Méditerranée étaient à très-peu près de niveau, comme Laplace et Fourier l'avaient cru; et le nivellement de 1799 était erroné.

De 1846 à 1856, on peut compter jusqu'à huit nivellements allant en sens divers, d'une mer à l'autre, qui tous ont constaté le même fait : cinq entre le golfe de Péluse et la mer Rouge, par la voie directe; et trois, qui sont indirects et qui passent par le Caire, pour aboutir à Rosette ou à Damiette d'une part, et de l'autre, à Suez.

Les cinq nivellements directs sont :

1° Celui de MM. Bourdaloue et Linant-Bey, en 1847, allant de Tineh à Suez;

2° Celui de MM. Gabolde et Fromont, en 1848, contrôle du précédent, allant au contraire de Suez à Tineh;

3° Celui de M. Linant-Bey, en 1853, vérifiant de nouveau toute l'opération, par l'ordre du gouvernement égyptien et sur la demande de M. Sabatier, consul général de France;

4° Celui de Salam-Effendi, première campagne, en 1855, et sous la direction de M. Linant-Bey, ordonné pour les futurs travaux de la Commission internationale, et allant de Suez à Péluse;

4.

5° Enfin, celui de la deuxième campagne de Salam-Effendi, dans le courant de 1856.

Les trois nivellements indirects, c'est-à-dire passant par le Caire ou partant du Caire, sont :

1° Celui de Tahil-Effendi, en 1846, allant de Rosette au Caire, par le Béhéré, combiné avec celui de M. Bourdaloue, en 1847, allant de Tineh au Caire par l'Ouadée-Toumilat;

2° Celui de Rhamadan Effendi, en 1849, allant de Damiette au Caire, par le Cherkieh, combiné avec celui de M. Bourdaloue, en 1847, allant de Suez au Caire par l'Ouadée;

3° Enfin celui de M. Darnaud, en 1847, allant de Suez au Caire par la route de poste, combiné avec celui de M. Bourdaloue, en 1847, allant du Caire à Tineh par l'Ouadée.

Sans doute, tous ces nivellements n'ont pas la même précision et ne doivent point avoir la même autorité. Mais ils s'accordent tous entre eux, puisque la plus grande différence est de $0^{m},94$; et le résultat commun n'est plus désormais contestable. Les nivellements auxquels s'attache le plus d'intérêt, après celui de M. Bourdaloue, sont celui de M. Linant-Bey, qui n'a été entrepris en quelque sorte que pour départager les opérateurs de 1847 et ceux de 1799, et celui de Salam-Effendi, entrepris pour nous. Le monde savant s'était ému pour l'honneur de la Commission d'Égypte d'une erreur

aussi forte que celle qu'on lui imputait, et c'était pour répondre à d'honorables scrupules, que M. Sabatier avait provoqué en 1853 la vérification officielle confiée à M. Linant-Bey. Nous avons eu sous les yeux les carnets d'observation de M. Linant-Bey; et il en ressort qu'il n'y a eu entre ses opérations spéciales et celles de 1847, que des différences insignifiantes, dans les divers points de repère, sur une longueur de plus de trente lieues.

C'est de l'ensemble de toutes ces opérations que nous avons tiré notre conviction, que le niveau moyen habituel de la Méditerranée à Tineh est à $2^m,32$ au-dessous du point de repère pris à Suez à l'angle de droite de l'escalier du quai, devant l'hôtel. Nous renvoyons d'ailleurs pour de plus amples détails aux calculs spéciaux sur le régime des eaux dans le canal de Suez. On les trouvera à la suite de ce rapport.

§ VI.

FORAGES ET GÉOLOGIE DU PARCOURS DU CANAL DANS L'ISTHME DE SUEZ.

Maintenant que l'on connaît la surface de l'isthme, il importe de connaître la nature du sol que le canal devra traverser, quand il sera poussé jusqu'aux profondeurs minimum de 8 mètres.

Les travaux de la Commission d'Égypte sont à cet égard assez peu satisfaisants. Le Mémoire de M. Lepère fournit bien quelques faits curieux sur la superficie de l'isthme. Mais on ne s'occupa presque point du sous-sol, et l'on ne fit guère que deux fouilles dans le lit de l'ancien canal, l'une à la station 16, et l'autre, à la station 21. Ces fouilles étaient peu profondes; et elles semblent avoir eu pour but de satisfaire la curiosité, plutôt qu'elles ne se rattachent à un plan systématique d'investigations. On les mena jusqu'à 4 pieds ou 5 pieds tout au plus, et elles donnèrent toutes deux des indications à peu près pareilles. Dans la première (station 16), on trouva du sable gras, argileux, salin et très-

humide. Dans la seconde, qui était un peu plus profonde (station 21), on découvrit du gypse par bancs, de la terre glaise assez compacte, mêlée de sables, et d'une humidité saline.

Voilà tous les renseignements géologiques qu'a recueillis M. Lepère. Il est tout simple qu'il ne sentît pas le besoin d'en avoir davantage. Comme il se proposait de rétablir l'ancien canal et d'en suivre le cours autant que possible, il était bien assuré que le terrain était propre à tenir l'eau, puisqu'il l'avait jadis tenue. Les berges, encore subsistantes, du canal des Pharaons, étaient un témoignage irrécusable et suffisant.

Pour nous, il ne pouvait en être de même; et un des soins principaux auxquels nous avons dû nous attacher, a été celui des forages. Nous en avons fait faire jusqu'à 19, de la mer Rouge à la Méditerranée, d'abord dans la rade de Suez, puis dans le seuil qui sépare Suez des Lacs-Amers, dans le bassin de ces lacs, dans le seuil du Sérapéum, dans le seuil d'El-Guisr, le point culminant de l'isthme, et enfin dans le lac Menzaleh. On peut voir par le cahier des forages joint à ce rapport, quels sont les travaux détaillés et complets que nous avons fait faire. Nous nous bornerons à les résumer ici.

Le sol entier de l'isthme de Suez appartient à la formation tertiaire, comme la basse et la moyenne

Égypte, et comme le grand plateau du désert Libyque.

Deux premiers forages ont été pratiqués dans la rade de Suez sur le parcours du futur chenal : l'un sur le banc que l'on trouve à gauche en entrant dans le port; l'autre, plus au nord, sur le banc isolé qui se trouve en face de Suez sur la gauche. Le premier, de 11 mètres, a donné, de sa surface au fond, du sable jaune agglutiné, du gros sable un peu vaseux, du sable très-fin ocreux, et du sable argileux jaune. Le second, de 12 mètres, a donné des coquilles, du gravier et du gros sable agglutinés, qui forme comme une roche dure de 3^m,50 d'épaisseur, du sable jaune fin légèrement agglutiné, du gros sable roux et du sable et petit gravier assez consistant.

Telle est la nature du sol que la drague devra creuser pour le chenal dans la rade de Suez. Il n'y aura de difficulté réelle que pour les 3^m,50 d'épaisseur, où le sable agglutiné est presque arrivé à l'état de pierre. Ce n'est pas du corail, comme on l'a dit quelquefois. Mais c'est une matière très-dure, dont l'excavation exigera quelques efforts, plus grands qu'aucun de ceux que nous aurons à faire sur le reste du parcours.

Au nord comme à l'ouest de cette ville, s'étend une plaine qui présente une faible déclivité à la fois vers l'isthme et vers la partie du golfe comprise

entre Suez et les montagnes de l'Attaka. Cette plaine complétement aride est formée de sable et de galet, le sable y dominant dans une forte proportion. En partant de Suez, et en suivant les bords du golfe au nord, les sables qu'on rencontre paraissent provenir des dépôts faits par les grandes marées. Ils sont empreints d'une humidité saline, qui leur donne de la fixité.

Le troisième sondage, placé à 8 1/2 kilomètres de Suez, aux premiers vestiges du canal des Pharaons, sur le chemin des caravanes de l'Égypte à la Mecque, a donné 10 mètres d'argile plus ou moins sableuse, après une légère couche de sable peu agglutiné. Les deux digues de l'ancien canal, distantes en quelques endroits de 50 mètres, ont un relief de plus en plus prononcé à mesure qu'on s'avance au nord; et parfois ce relief n'est pas moindre que 5 ou 6 mètres. On commence à trouver quelques apparences de sulfate de chaux cristallisé et quelques galets, dont un très-petit nombre pénètrent dans la masse du sable.

Le forage n° 4, à 20 kilomètres de Suez environ, n'a guère donné non plus, après 2^{m},30 de sable roux, que de l'argile tantôt compacte, tantôt sableuse et feuilletée, tantôt brune et très-grasse. Ce forage a été descendu jusqu'à près de 16 mètres. Dans cette partie, il y a çà et là sur le sol quelques matériaux calcaires de grosseur variable. Mais ils ne tardent

pas à disparaître, quand on arrive aux Lacs-Amers.

Les sondages 3 et 4 indiquent donc clairement la nature des terrains que l'on aura à excaver dans le seuil qui sépare la mer Rouge des Lacs-Amers. Ce sont presque uniquement des argiles plus ou moins compactes, qui pourront résister à l'action des courants assez forts pour corroder des berges de sable. Vers la partie la plus élevée de ce seuil, le gravier est assez abondant et assez gros; mais il diminue vers le bassin des Lacs, pour disparaître ensuite tout à fait.

Les Lacs-Amers, dont la longueur n'a pas moins de 40 kilomètres, et qui sont depuis longtemps desséchés, sont divisés en deux bassins : un petit d'abord, et ensuite un plus grand, qui est à la fois plus long et plus profond. La dépression qui les forme est peu sensible à l'œil dans la première partie, et l'on a quelque peine à la distinguer. Néanmoins, les apparences du sol ne sont plus les mêmes. Le fond est de sable mou et imprégné de sel. A droite et à gauche, un bourrelet horizontal indique l'ancienne laisse des eaux. Les coquilles qu'on cessait de voir depuis Suez se multiplient; et la végétation, qui manquait également, commence à se montrer de loin en loin, rare d'abord, pour devenir de plus en plus abondante jusqu'à l'extrémité septentrionale de l'isthme. De petits rhomboïdes de sulfate de chaux couvrent en plus

ou moins grande quantité le fond des Lacs; et dans le petit bassin en particulier, ce sulfate est cristallisé en aiguilles.

Quatre sondages faits dans le petit bassin, le sol superficiel étant au niveau de la Méditerranée, ou étant à 4^m,63, 4^m,50 et 5^m,40 au-dessous, ont donné avec du sulfate de chaux, du sable et des coquilles, de l'argile brun-clair, plus ou moins sableuse. Cette argile a aussi quelquefois l'apparence du limon du Nil.

Le grand bassin peut avoir à lui seul 25 kilomètres de longueur. Les premiers fonds sont recouverts de sable, de coquilles et de sulfate de chaux cristallisé. La partie la plus profonde est occupée par une couche épaisse de sel marin. Des bourrelets de petit galet et de coquilles, analogues à ceux de la mer, accusent l'ancien rivage. Ces bourrelets, au nombre de trois, sont étagés à des hauteurs différentes.

Deux sondages ont été faits dans la partie la plus déprimée des Lacs-Amers : ce sont les neuvième et dixième. L'un, à 2^m,20 de profondeur, n'offre que des agglutinations de coquilles épaisses au plus de 20 centimètres, et le reste, de sulfate de chaux en aiguilles très-fines et de sel marin. L'autre, à 3^m,50, n'a absolument que du sel marin, qui en cet endroit paraît avoir de 7 à 8 mètres d'épaisseur, et fournirait une exploitation facile et profitable.

A ces deux sondages, la superficie du sol est à $6^m,69$ et à $7^m,35$ au-dessous du niveau le plus bas de la Méditerranée. Ces masses de sel sont parfois placées sur des dépôts de vases venues du Nil; et il est probable qu'elles ont été produites par des eaux de source.

Une fois qu'on a passé le grand bassin des Lacs-Amers, on arrive au seuil du Sérapéum, et à partir de ce point, qui est presque le milieu de l'isthme, on ne trouve plus guère que des sables jusqu'à la Méditerranée, si ce n'est au forage 19, où il y a de la marne. C'est ce que prouve tout le reste des forages. Ainsi, un premier forage (n° 11), fait à la limite des Lacs et du Sérapéum, n'a donné que du sable et du petit gravier sur 8 mètres, et du sable de grosseur variable, un peu argileux, assez compacte, sur $3^m,50$. L'élévation du sol au-dessus des basses mers de la Méditerranée était en cet endroit de $3^m,40$. Un second forage (n° 12), fait à l'autre extrémité du Sérapéum et sur la pente qui conduit au lac Timsah, n'a donné également que du sable mêlé à du petit gravier, du sable plus ou moins fin, et du sable blanc ou rouge.

Après avoir franchi le seuil du Sérapéum, on trouve au nord, au-dessus du lac Timsah, le point appelé Scheik-Ennédek. C'est le tombeau d'un santon ainsi nommé. Ce point mérite d'être signalé, parce qu'on avait pu croire un instant qu'il four-

nirait des matériaux utiles à la construction du canal. Mais il n'en est rien. Il est bien vrai qu'il y a dans ce lieu un banc de pierres calcaires. Mais il n'a qu'une épaisseur de $0^{m},50$. Il couronne un monticule de sable stratifié qui n'a aucune consistance. Ces pierres, dont les échantillons ont été mis sous les yeux de la Commission internationale, ont bien pu servir à faire cet amas de matériaux qu'on a décoré du nom de tombeau. Mais elles ne pourraient être employées, minces comme elles le sont, à aucun ouvrage d'art. Tout au plus pourraient-elles servir au revêtement des banquettes du canal. On retrouve d'ailleurs du calcaire tout à fait analogue au sommet de la dune qui occupe à peu près la partie centrale du lac. Mais ce second calcaire n'a pas plus de qualité que le premier; et il faut renoncer à l'espérance d'avoir au milieu de l'isthme des matériaux dont on puisse faire d'autre usage que celui qui vient d'être indiqué.

Quand nos collègues ont visité le lac Timsah, il était à sec dans sa partie méridionale. Il n'avait un peu d'eau que dans sa partie nord. C'est que la crue du Nil n'avait pas été très-forte en 1855, et que le fleuve n'avait pu arriver cette année jusqu'au lac. Mais sa présence était attestée partout, au pied des dunes et des tamarises, par le limon qu'il y avait précédemment laissé, pareil à celui des plaines de la haute Égypte. Les dunes qui entrecoupent le lac

doivent être très-anciennes, puisque sur l'une d'elles, où se sont arrêtés nos collègues, on trouve de grandes quantités de poteries antiques. Les eaux qu'on voit dans le lac Timsah sont beaucoup plus salées que celles de la mer, et elles exhalent cette odeur d'hydrogène sulfuré que dégagent les ports où la mer est stagnante et sans marée. Cette excessive salure, qui n'empêche pas d'ailleurs les roseaux de croître en abondance sur les bords, tient sans doute aux bancs de sel sous-jacents que l'eau du Nil y fait fondre.

Les rivages du lac Timsah paraissent complétement fixés dans tout leur développement. Mais il est probable que jadis la mer Rouge est venue jusque dans ces lieux; car on y trouve, sous le limon, des coquillages, pareils à ceux de cette mer, qui ne vivent pas dans la Méditerranée. A l'ouest, règne un cordon de dunes mobiles sur une étendue de 2 kilomètres à peu près, distantes du lac de 400 ou 500 mètres.

Deux forages (nos 15 et 16), opérés dans le lac Timsah, vers ses extrémités, n'ont donné que du sable de différentes couleurs et un peu argileux.

Au nord du lac Timsah, le seuil d'El-Guisr est, comme on sait, le point culminant de l'isthme; et il se trouve à 15 mètres au-dessus des basses eaux de la Méditerranée. Comme tout le plateau un peu surélevé qui s'étend au nord de l'Ouadée, il con-

siste en un grand dépôt de sable, que les plantes et le petit gravier protégent contre l'action des vents. Il a évidemment toutes les apparences d'une fixité complète; et il relie en quelque sorte le plateau de l'Ouadée aux dépôts de sable qui s'étendent vers l'orient et la Syrie, jusqu'à la chaîne Arabique, dont il semble faire une partie intégrante.

Le forage fait au seuil d'El-Guisr est naturellement le plus profond de tous ceux que nous avons eu à faire. Il descend jusqu'à 23^{m},35 (forage n° 18). On y trouve, en allant de la surface au fond, du sable alternant avec de petites couches d'argile et de sulfate de chaux, du petit gravier, beaucoup de sable fin, et, pour les 4 derniers mètres, du sable presque lapidifié et du galet.

Sur la partie haute du Sérapéum, on distingue des traces d'anciens travaux de terrassement pour un canal. Celui-là devait relier la mer Rouge à la branche pélusiaque; et la communication était ainsi plus directe entre les deux mers. C'était, autant qu'on peut le supposer, le canal dit de Néchos. On ne sait historiquement à qui l'on doit attribuer cette tentative. Mais il est certain qu'elle a été faite, soit par les Pharaons, soit par Amrou. Les berges de ce canal sont tout aussi apparentes que celles qu'on rencontre au nord de Suez jusqu'aux Lacs-Amers, et elles attestent également que le sol a la

plus grande fixité dans son état actuel, qui remonte à tant de siècles.

Du seuil d'El-Guisr à Péluse, c'est-à-dire pendant treize lieues à peu près, le terrain présente partout de grandes ondulations à déclivité très-douce. Nulle part, il n'est accidenté. Le gravier, devenu de plus en plus petit, a fini par disparaître entièrement. Le sable, assez ferme sous les pas, n'est nullement mobile sur la ligne du canal. Partout se montre la végétation du désert, et les buissons en sont assez épais pour qu'il soit impossible aux chameaux de les traverser. On pourra faire usage de ce combustible pour différents travaux.

Deux forages ont été faits dans le lac Menzaleh: l'un à son extrémité sud, et l'autre, à huit lieues plus loin, à la pointe où le canal doit déboucher dans la Méditerranée. Le premier, fait au niveau de cette mer, a donné un peu de limon du Nil et d'argile sableuse, et beaucoup de sable de mer. Le second a donné du sable de mer, du sable vaseux, et le reste, de vase sableuse.

En résumé, on voit que le canal maritime de Suez, sur tout son parcours de 147,956 mètres, aura à traverser deux espèces principales de terrains: d'abord, des argiles, de Suez aux Lacs-Amers; puis, des sables fixes, des Lacs-Amers à son embouchure, dans la baie de Péluse.

Quant aux sables mobiles qui, dans l'opinion

commune, doivent menacer la conservation et la durée du canal, c'est une chimère qui n'a pas le moindre fondement. Les observations directes faites sur les lieux par nos collègues démontrent que le sol entier de l'isthme est parfaitement fixé, soit par le gravier qui le couvre, soit par la végétation. Ce qui le démontre plus péremptoirement encore, c'est la persistance, après tant de siècles, des vestiges considérables qu'y ont laissés les anciens travaux de canalisation. Si les mouvements des sables avaient sur le sol de l'isthme l'action qu'on a prétendu leur attribuer, il y a longtemps que tous ces vestiges auraient disparu, au lieu d'avoir, comme ils ont encore, 5 ou 6 mètres de haut; ils seraient ensevelis et invisibles, comme le sont tant de monuments dans bien d'autres parties de l'Égypte. L'existence seule de la vaste dépression des Lacs-Amers prouve que ces déplacements de sable transporté par le vent sont d'assez peu d'importance; car il y a longtemps que cette dépression même en serait comblée, tout immense qu'elle est, s'ils étaient ce qu'on suppose. Un autre fait non moins significatif, quoique matériellement très-petit, et que nos collègues ont également constaté, c'est que les traces d'un campement, fait l'année précédente, près de l'antique Migdol, étaient demeurées parfaitement intactes, et que le mince bourrelet qu'on élève autour des tentes, loin

d'être effacé, avait les arêtes aussi vives que s'il eût été de la veille.

Ainsi, ni la surface du sol ni la nature du sous-sol ne présentent le moindre obstacle à l'établissement ou à la conservation du canal.

§ VII.

CANAL A POINT DE PARTAGE.

Les auteurs de l'Avant-projet avaient à choisir entre deux combinaisons différentes pour la construction du canal dans l'isthme.

Ce canal pouvait être à point de partage et alimenté par les eaux du Nil, ou creusé de manière à mettre directement les deux mers en communication, avec ou sans écluse de garde aux extrémités.

En adoptant cette dernière combinaison, MM. Linant-Bey et Mougel-Bey n'ont pas fait connaître les motifs de cette préférence. Cependant la disposition des lieux se prêtait aussi bien que possible à l'ouverture d'un canal à point de partage. La Commission a dès lors cru devoir examiner s'il ne conviendrait pas d'adopter cette combinaison préférablement à la seconde.

En faisant le canal à point de partage, on réaliserait évidemment une économie notable sur les travaux de terrassement. Le cube des déblais serait

considérablement diminué. On aurait à creuser le canal à de moins grandes profondeurs, et dès lors on serait moins exposé à être gêné par les eaux de filtration. Mais l'économie serait incontestablement atténuée dans une assez large mesure par les dépenses que l'on aurait à faire pour endiguer le canal à travers le lac Menzaleh et au droit du bassin des Lacs-Amers, que l'on devrait contourner, et par les frais d'établissement des écluses à construire sur chaque versant. On serait d'ailleurs dans l'impossibilité de profiter, comme sur les canaux ordinaires, de la configuration du terrain, pour placer les écluses de la manière la plus avantageuse. Elles devraient nécessairement être placées à chaque extrémité du canal, afin de permettre l'emploi, dans de bonnes conditions, des toueurs ou des remorqueurs pour le halage des navires.

Quoi qu'il en soit, l'économie serait encore certainement en faveur du canal à point de partage; et ce système devrait être adopté, si l'on ne devait se décider que par des considérations de dépense. Mais plusieurs objections, dont quelques-unes assez graves, sont à faire contre cette disposition.

Le canal devrait être alimenté avec les eaux du Nil. Ces eaux contiennent, ainsi qu'on l'a déjà vu, une moyenne de 0,004 de limon. En admettant un virement de 6000 navires par an dans chaque sens, et en supposant deux écluses de 2^{m},50 de chute

à chaque extrémité du canal, la quantité d'eau employée annuellement par la navigation serait de $2 \times 6000 \times 100^{m} \times 21^{m} \times 2^{m},50 = 63.000.000^{mc}$.

En estimant, comme nous l'avons fait précédemment, les pertes occasionnées par évaporation, filtration, fausses manœuvres, à $0^{m},03$ par mètre superficiel et par jour, la superficie du canal étant de $12.160.000^{mc}$, la perte totale serait pour une année, de. . . . . $133.152.000^{mc}$.

La quantité d'eau du Nil à introduire annuellement dans le canal serait de . . . . $196.152.000^{mc}$.

Et la quantité de limon que déposeront ces eaux dans le canal, à raison de 0,004, serait de 784.000^{mc}.

On aurait donc à faire annuellement l'extraction de cette quantité de limon, ce qui donnerait lieu à une dépense d'au moins 1,000,000 de francs, et exigerait que l'on eût en permanence dans le canal de dix à douze machines à draguer.

Le mode d'alimentation du grand canal maritime par l'eau du Nil suffirait donc pour faire renoncer à l'établir à point de partage.

Mais ce système soulève encore d'autres objections.

Il est clair que dans la plus grande partie du canal on ne pourrait employer que le sable pour construire les digues. Mais on sait ce que sont les digues en sable. Quoi qu'on puisse faire, elles n'offriraient pas toutes les garanties désirables. Les moindres variations de l'eau pourraient déterminer des glissements à l'extérieur de ces digues et activer leur rupture. A la vérité, le limon du Nil en se déposant sur leur talus intérieur finirait par les rendre étanches. Mais jusque-là on n'aurait aucune sécurité.

Mais ce sont surtout les effets de la malveillance que l'on aurait à redouter. Il suffirait de la méchanceté d'un pâtre arabe et de quelques coups de pioche pour faire vider le canal en quelques instants. Sans même songer à la malveillance, dont il faut cependant tenir compte, il suffirait des animaux seuls du désert, qui, en creusant leurs terriers, si nombreux dans toutes les parties de l'isthme, amèneraient de graves désastres. En admettant qu'aucun accident n'eût lieu, la surveillance n'en serait pas moins excessivement difficile et d'une très-forte dépense. Comme on serait perpétuellement menacé de rupture, il faudrait organiser un service analogue à celui qu'on établit sur l'Adige lorsque la crue commence à devenir redoutable.

Mais là du moins on a sous la main une population tout entière non-seulement pleine de dévouement, car elle périrait sans ces travaux qui peuvent seuls protéger ses propriétés, mais qui, de plus, est parfaitement expérimentée. Dans le désert, on n'aurait point de semblables ressources.

Une autre difficulté que présenterait le canal à point de partage tiendrait aux circonstances dans lesquelles on aurait à exécuter les digues dans la traversée du lac Menzaleh. Ces digues devraient être assises sur un fond de vase molle, et exécutées elles-mêmes en vase de même nature. Leur exécution, à moins de recourir à des travaux très-dispendieux, présenterait donc des difficultés à peu près insurmontables.

Enfin, une dernière objection à faire contre ce canal, c'est qu'il serait fermé par des écluses, et qu'il serait dès lors sujet aux inconvénients inhérents aux canaux ordinaires.

C'est donc avec raison que les auteurs de l'Avant-projet n'ont pas adopté cette disposition dans leur travail sur le percement de l'isthme de Suez.

§ VIII.

QUESTION DES ÉCLUSES AUX EXTRÉMITÉS DU CANAL.

Du moment qu'il est démontré que le canal direct doit être alimenté par l'eau de mer, deux systèmes se présentent. Le canal peut avoir des écluses à ses extrémités, à Suez et à Péluse; ou bien, il peut être laissé complétement ouvert, pour offrir à la navigation un bosphore que la main des hommes aurait créé.

Ces deux systèmes ont des avantages et des inconvénients que nous allons examiner. Nous commençons par le système des écluses, qu'ont adopté les auteurs de l'Avant-projet.

Les écluses, dit-on, auraient cette utilité, qui serait considérable, de diminuer la dépense, et de rendre l'exécution du canal plus rapide, et l'entretien plus facile. En permettant de surélever le niveau de 1^{m} à $1^{m},50$, elles éviteraient 17 millions de mètres cubes de déblais. Elles empêcheraient que le canal ne s'ensablât ou ne s'envasât, soit par Suez,

soit par Péluse. En interceptant toute communication, elles laisseraient dans le parcours entier un calme perpétuel, que ne troubleraient ni les courants ni les marées; et elles donneraient ainsi la plus parfaite sécurité.

Mais ces avantages sont plus apparents que réels. D'abord, d'après nos calculs, la ligne d'eau ne saurait être sensiblement surélevée si le canal est interrompu par la nappe d'eau des Lacs-Amers; et elle ne pourrait l'être que de 0m64 dans le cas où le canal serait continu d'une mer à l'autre. Dans le premier cas, qui est celui de l'Avant-projet, l'économie que l'on se promet serait insignifiante; dans le second, elle n'atteindrait pas 4,000,000 fr., et serait annulée par le prix des terrassements à exécuter à travers les Lacs. Il n'y aurait donc en réalité aucune compensation à la dépense de construction des écluses. Pour prévenir des chômages trop faciles à prévoir, il faudrait au moins deux écluses accolées à Suez, et autant à Péluse; et l'on va même jusqu'à en proposer quatre, deux grandes et deux petites, pour être sûr que la navigation ne serait jamais interrompue. Construction première, entretien, manœuvres multipliées des écluses, ce seront toujours là des frais considérables, pour un résultat dont l'utilité n'est pas démontrée et dont les inconvénients sont certains.

Il serait d'ailleurs bien difficile de conserver la

surélévation de $0^m,64$ pour un usage constant. Quand les vents seront favorables, les navires arriveront en très-grand nombre. A Constantinople, quand le vent est du S.-O., et qu'on peut aisément franchir les Dardanelles et le Bosphore, on voit bien des fois arriver cent et deux cents bâtiments par jour. Pour prendre un exemple plus rapproché, il n'est pas rare qu'en un seul jour il entre dans le port d'Alexandrie de soixante à quatre-vingts navires, quand le vent règne du N.-O. On peut croire sans exagération que bien fréquemment aussi il y aura, par les vents favorables, affluence de navires à Suez ou à Péluse, quand le canal maritime sera ouvert. Ces arrivages à la file exigeraient des manœuvres multipliées d'écluses, qui diminueraient la surélévation obtenue, jusqu'à la faire évanouir pendant les mortes eaux. Il serait donc prudent de creuser le canal dans le système des écluses tout autant que s'il n'y en avait pas.

D'un autre côté, les envasements et les ensablements, dont on compte garantir le canal par des portes qu'on fermerait à volonté, ne sont pas redoutables à beaucoup près autant qu'on le suppose. D'abord, la mer Rouge ne peut charrier qu'une très-petite quantité de sable, et elle ne charrierait jamais de vase. Ses eaux sont constamment limpides sur rade; et la tenue des ancres y atteste que le fond est peu remué, ou

même qu'il n'est point remué du tout, dans les gros temps. Les dépôts de sable et de vase, qui forment l'enceinte de la rade ou en tapissent le fond, n'éprouvent que des accroissements et des déplacements insensibles. La configuration générale des plages et des bancs est invariable, parce que les courants et la lame y sont faibles. Il n'y a donc rien à craindre de la mer Rouge; et les sables qu'elle peut tenir en suspension, quand les vagues y sont soulevées, se déposeront dans le chenal. Ils pourront y être roulés sur le fond par les courants produits par l'appel des Lacs-Amers, jusqu'au port de Suez; mais ils n'iront jamais au delà. Il paraît dès lors superflu de leur fermer l'accès du canal par des écluses.

Il n'en sera guère autrement dans la Méditerranée; et bien qu'il y ait dans cette mer beaucoup de vase amenée par le Nil, cette vase probablement n'entrera point dans le canal. Il faut se rappeler d'abord que, sauf les cas exceptionnels, le courant y portera toujours de la mer Rouge à la Méditerranée, et tendra dès lors à repousser les eaux troubles. Les vases pourraient être entraînées par le courant de la Méditerranée vers les Lacs-Amers pendant les tempêtes de N. O. Mais ces courants ne sont que des exceptions, et le contre-courant ramènerait probablement la plus grande partie de ces vases à la mer. Quant au sable, nous verrons, en

parlant du port Saïd, dans la baie de Péluse, que le Nil en charrie fort peu à son embouchure. Quoique des expériences récentes, faites à Boulogne, démontrent que le sable peut rester en suspension dans l'eau, il est certain cependant qu'il ne tarde pas à se précipiter à cause de sa pesanteur spécifique. Dans la Méditerranée, le sable ne voyage guère que sur le fond sous l'action combinée de la houle et du courant; et il s'arrête dès que l'agitation des eaux cesse ou diminue. Ainsi, à Malamocco et à Cette, il se dépose dans l'avant-port et n'arrive jamais jusqu'aux lagunes. Il en sera de même à Saïd; le peu de sable qui pourra pénétrer entre les jetées n'atteindra pas même la tête du canal. De plus, les tempêtes sont fort rares dans la baie de Péluse; et il n'y en a tout au plus que deux ou trois fois par an. Quelque violentes qu'on les suppose, elles ne pourront point causer grand dommage, parce qu'elles durent peu, et qu'elles auront ensuite contre elles, dans leur action sur les vases, le courant du canal; car il est certain qu'il n'ira que très-exceptionnellement de la Méditerranée jusqu'aux Lacs-Amers.

Ainsi, les écluses, qui coûteraient fort cher et qui ne sont pas utiles contre des embarras de sable et de vase, restent avec leurs inconvénients ordinaires. Des écluses retardent toujours la marche des navires, soit par la longueur des manœuvres, soit

par les chômages qu'exigent les réparations; et elles sont gênantes à l'entrée et à la sortie. On ne peut les admettre pour un grand canal maritime, où afflueront des milliers de navires, que s'il est prouvé qu'elles sont absolument nécessaires.

La question des écluses revient donc à savoir si le canal, sans être fermé, peut avoir toutes les garanties indispensables de conservation, et si le courant qui s'établira d'une mer à l'autre n'aura rien, dans l'état ordinaire des choses, ni même dans les cas exceptionnels, qui puisse être destructeur pour les berges. Si quelque moyen simple et parfaitement efficace pouvait être trouvé, dans la configuration même du sol, pour amortir et annuler tout effet fâcheux des eaux, ce serait un immense avantage qui, en permettant de supprimer les écluses, en conserverait en quelque sorte toute l'utilité. C'est là précisément la ressource que nous avons cru trouver dans les Lacs-Amers, qui, placés à cinq lieues de Suez tout au plus, nous semblent pouvoir produire complétement l'effet que nous désirons. Les eaux de la mer Rouge pourraient y être amenées, avec toutes les précautions convenables; et les Lacs, une fois remplis sur une surface de 330.000.000 de mètres carrés, conserveraient un niveau constant, et formeraient un modérateur suffisant des eaux. Par suite, la vitesse du courant serait augmentée, au sud des Lacs, pour la partie du

canal creusée dans l'argile; et elle diminuerait au nord pour la partie creusée dans les sables.

Nous nous sommes donc arrêtés à la pensée d'un canal sans écluses interrompu par la vaste nappe d'eau des Lacs-Amers.

A ce système, on a fait diverses objections. Les Lacs-Amers, remplis par les eaux du golfe Arabique, formeraient une espèce de mer intérieure où les lames pourraient être encore très-fortes. Les navires auraient la plus grande peine à les traverser, quand le temps serait mauvais. On aurait surtout des vents du nord quand on irait de Suez à Péluse, et ces vents dominent durant presque toute l'année. Dans le lac d'Alkmaar, en Hollande, il a fallu nécessairement endiguer le canal qui le traverse, afin d'amortir le choc des vagues, qui y étaient assez fortes pour que même de grands navires en fussent incommodés. Le lac d'Alkmaar est cependant intérieur, et ne communique point avec la mer. Les digues du canal n'y sont pas continues; elles sont ouvertes de loin en loin, afin de laisser le niveau du lac à la même hauteur que le niveau du canal. Seulement, ces digues, qui sont empierrées, empêchent que les lames ne viennent dans le chenal. D'un autre côté, en laissant les Lacs-Amers entièrement libres, on interrompt nécessairement le halage, qui doit régner autant que possible sans discontinuité, sur les berges du canal. Les marins et

les caboteurs surtout préféreraient toujours que le halage fût continu.

L'endiguement du canal dans la traversée des Lacs ne serait pas d'ailleurs aussi coûteux qu'on pourrait le croire. En choisissant bien la déclivité, il n'y aurait que 4 ou 5 millions de mètres cubes de déblais. On pourrait les revêtir non-seulement avec les matériaux de l'Attaka, qui est peu éloigné, mais encore avec ceux du banc de Suez, qui a 3^{m},50 au moins d'épaisseur sur 100 de large, et qui serait une carrière inépuisable qu'on aurait à portée.

On exprimait encore des craintes sur la manière dont on pourrait remplir les Lacs lorsqu'on voudrait y amener les eaux de la mer. On appréhendait que la vitesse des eaux ne détruisît le canal quand elles s'y précipiteraient, et qu'elles ne déterminassent des éboulements capables de le combler. Le canal, avec les dimensions qu'on lui donne, n'a pas la section d'équilibre des rivières, et l'on doit craindre qu'il ne prenne les talus des cours d'eau naturels.

Enfin, comme, en renonçant aux écluses, il faut se prémunir contre l'action des courants entre la mer Rouge et les Lacs-Amers, et qu'on devra revêtir cet intervalle par une maçonnerie sèche, on craint l'empierrement pour le cuivre des navires. On rappelle les diverses précautions que l'on prend dans les ports pour n'avoir jamais de talus empierrés. On

fait toutes les écluses à parois verticales, et l'on fait des estacades en charpente devant les talus qui sont revêtus de pierres ou même de briques.

Telles sont les objections principales que l'on a faites au système qui laisse le canal sans écluses, et qui, profitant de la profondeur naturelle de la vaste dépression des Lacs-Amers, veut éviter toute espèce de travaux de canalisation sur une longueur de 18 kilomètres.

A ces objections, on peut répondre qu'on s'exagère les dangers des tempêtes de cette mer intérieure. Les vagues y seront toujours faibles, puisque, la profondeur manquant sur les bords, elles ne pourront se développer. Les traversées pour aller à Suez seront favorisées par la permanence des vents du nord; et, pour aller à Saïd, par la permanence du courant du sud. Les difficultés et les dangers de ces traversées pour des bâtiments de mer ne seront pas à craindre, puisque les barques du canal du Languedoc, qui sont de véritables pontons sans voiles et sans qualités nautiques, naviguent en toute sûreté sur l'étang de Thau, où la profondeur d'eau est considérable et où les vents sont très-violents.

Pour se faire une idée exacte de l'action des vents sur les Lacs-Amers, il faut se rappeler ce que les vents sont habituellement dans l'isthme et aux abords de l'isthme. Les tempêtes y sont toujours très-rares et



très-passagères, ainsi que nous l'avons déjà remarqué. Mais il faut interroger, en outre, l'exemple bien connu de la rade de Suez. Le vent N. N. O. y règne en toutes saisons; de mars à décembre, il y domine presque exclusivement; de décembre en mars, il alterne avec les brises d'O. S. O. et S. S. E. Il est bien constaté que le vent N. N. O., qui souffle franchement par-dessus les terres basses de l'isthme, n'est jamais dangereux. Quant aux vents de S. S. E., c'est-à-dire du large, ils sont peu violents aussi; et il est bien rare qu'ils durent trois ou quatre jours. Par les vents du S., le mouillage n'est pas plus agité que par ceux du N., ainsi que l'a prouvé le livre de loch de la corvette-magasin anglaise stationnée depuis trois ans sans interruption dans la baie de Suez.

On peut donc conjecturer que sur les Lacs-Amers, situés à 5 lieues de Suez tout au plus, sans qu'il y ait aucun relèvement considérable de terrain interposé, le régime des vents sera le même à peu près que dans la rade de Suez. Ce régime n'a rien, comme on le voit, de bien redoutable.

L'exemple allégué du lac d'Alckmaar, en Hollande, n'est peut-être pas très-concluant; car en Hollande les vents sont beaucoup plus fréquents et beaucoup plus forts qu'ils ne le sont dans l'isthme de Suez.

Il est bien vrai que l'interruption du halage sera

un inconvénient pour les petits bâtiments, et même pour les bâtiments assez forts. Mais on y suppléera par des toueurs, qui présenteront le double avantage d'une traction moins chère et d'un halage à point fixe, et qui feront sans peine entrer et sortir les bâtiments qu'ils traineront.

Quant à la dépense de l'endiguement dans la traversée des Lacs, la question des dépenses est sans doute importante. Mais ici, et en face du résultat à obtenir, il ne conviendrait pas de s'en trop inquiéter. S'il était démontré que l'existence du canal, ou la facilité de la navigation, tient à l'endiguement dans les Lacs, il faudrait, sans se préoccuper de la dépense, qui serait d'ailleurs peu considérable, faire l'endiguement. Mais l'endiguement n'a paru à personne avoir ce caractère de nécessité. Nous le repoussons, non point parce qu'il coûte trop, mais parce qu'il ne nous semble point utile. Il nous paraît certain que la navigation se fera sur les Lacs sans aucun danger contre lequel il faille se prémunir; et nous pensons qu'en les laissant tout à fait libres, ils concourront d'autant mieux à l'objet général auquel nous les destinons, c'est-à-dire à l'annulation des courants de marée dans le canal des deux mers.

La difficulté prétendue d'amener l'eau de la mer dans les Lacs nous touche peu. Pour M. Lepère, cette opération, à laquelle il a songé, était aisée, et

il l'a dit dans son Mémoire à plusieurs reprises. A nos yeux, elle l'est également. On pourrait d'abord, comme M. Lepère le proposait, ne faire qu'une section assez étroite, sauf à l'agrandir plus tard, afin de la porter à la dimension que nous voulons assurer au canal.

Le seuil de Suez, étant d'argile, forme un batardeau naturel qui sera solide, sans être trop épais, et qui permettra de régler à volonté l'introduction des eaux dans les Lacs-Amers. On mettrait plusieurs mois, s'il le fallait, à les remplir, pour peu que l'on craignît, en allant plus vite, d'endommager les berges. En admettant même que le courant pût d'abord les corroder, des éboulements ne feraient qu'élargir le canal; et ces éboulements, dont on se débarrasserait par la drague, ne pourraient pas être très-considérables dans un sol argileux.

Les objections faites contre l'empierrement sont plus sérieuses; et l'on a raison, dans les constructions maritimes, d'éviter autant que possible tout ce qui peut avarier les flancs des navires. Mais il faut bien savoir qu'ici les berges seront à 100 mètres l'une de l'autre, et que, dans cette largeur, deux bâtiments, allant en sens contraire, pourront aisément se croiser sans donner sur les talus. Il faut ajouter encore que l'empierrement ne sera pas très-étendu, et qu'il ne règnera que sur une

partie des 20 kilomètres qui séparent le golfe de Suez des Lacs-Amers. C'est pour dissiper les appréhensions qui pourraient subsister encore que nous avons élargi de 20 mètres cette portion du canal. Cet élargissement ne sera pas très coûteux, et nous l'adoptons d'autant plus volontiers qu'il porte sur la seule portion du parcours où le courant serait assez fort pour attaquer les berges.

Après avoir ainsi répondu aux objections et les avoir écartées, nous en venons au système que nous avons adopté.

L'entrée du canal serait absolument libre à Suez, comme elle le serait à l'autre extrémité dans la baie de Péluse. La largeur de cette portion du canal entre le golfe Arabique et les Lacs-Amers serait de 100 mètres à la ligne d'eau ; et l'on ferait un revêtement en pierre là où les sables et les argiles ne paraîtraient point assez compactes pour résister seuls au courant du flot, dans les cas où ce courant serait le plus rapide, c'est-à-dire par une haute mer d'équinoxe et avec un coup de vent du sud. L'eau de la mer Rouge, amenée dans les Lacs-Amers avec les précautions nécessaires, remplirait ces Lacs et en formerait une mer intérieure, où le lit du canal, creusé aux profondeurs convenables à l'entrée et à la sortie, ne serait marqué que par des bouées. On traverserait ainsi la vaste étendue des Lacs-Amers, qui n'auront pas moins de 23 kilomètres de

long, déduction faite des travaux du canal aux approches.

Nous sommes persuadés que ce système, qui est le plus simple, est aussi le meilleur; et nous supprimons tout endiguement. Mais cependant, quelque arrêtée que soit notre conviction, nous croyons prudent de prévoir le cas, d'ailleurs très-peu probable, où l'endiguement serait plus tard reconnu indispensable. Nous pensons donc que le canal, laissé libre de levées de chaque côté, doit être dirigé de telle sorte dans les Lacs-Amers qu'il fût facile, si l'avenir l'exigeait, de faire non pas deux digues, mais une seule, qui naturellement serait au vent, pour protéger le canal contre les tempêtes d'ouest et de nord-ouest. Le chenal se trouvera donc un peu reporté sur la partie orientale des Lacs; et ce sera aux ingénieurs chargés de l'exécution de choisir les pentes qui leur sembleront les plus propres à se prêter à cette transformation, si l'on avait jamais à la faire.

Dans ce système, qui nous semble satisfaire à la fois aux exigences présentes sans compromettre l'avenir, et que nous n'hésitons pas à proposer, tout dépend de ce que sera le courant dans le parcours entier du canal. Si le courant qui doit entrer par la mer Rouge et se continuer jusqu'à Péluse devait être assez fort pour compromettre la conservation des berges, s'il fallait que le canal fût empierré

dans tout son développement, nous n'aurions pas hésité à reconnaître la nécessité des écluses, seules capables de conjurer ce danger. Mais il n'en sera point ainsi.

La connaissance des niveaux relatifs des deux mers, et des fluctuations de ces niveaux sous l'influence des marées et des vents, nous a permis de déterminer le régime que prendraient les eaux dans le canal; et les résultats de nos calculs annexés au présent rapport nous ont complétement rassurés. Les plus grandes vitesses que les eaux puissent prendre sur le fond, et qu'elles n'atteindront qu'un instant, dans la circonstance infiniment rare où une tempête du sud coïnciderait avec la plus grande marée d'équinoxe, sont :

1° Si le canal est continu d'une mer à l'autre, $1^m,01$ par seconde;

2° Si le canal est interrompu dans la traversée des Lacs-Amers, $1^m,16$ dans la section au sud des Lacs, où le sol est d'argile; et $0^m,35$ seulement dans la section au nord des Lacs, où le sol est de sable.

Dans le premier système, les berges seraient attaquées, du seuil de Suez à la Méditerranée, sur un parcours de 140 kilomètres à travers les sables; et des écluses en tête du canal deviendraient indispensables. Dans le second système, les berges ne pour-

raient être menacées qu'entre la mer Rouge et le seuil de Suez, dans les parties où l'argile ne serait pas compacte. Il suffirait donc, pour rendre les écluses inutiles, de protéger par des enrochements les quelques points faibles qui se rencontreront dans les vingt premiers kilomètres du canal.

Les ingénieurs de S. A. le vice roi proposaient aussi, dans leur Avant-projet, de laisser le canal sans endiguement dans la traversée des Lacs-Amers; et nous sommes tout à fait d'accord avec eux sur ce point. Ils n'avaient pas les mêmes motifs que nous, puisqu'ils fermaient le canal à Suez par un barrage éclusé. Mais ils pensaient aussi, après une longue inspection des lieux, que la traversée des Lacs, laissée libre, n'avait aucun inconvénient pour la navigation. Ils trouvaient même des avantages de plus d'un genre à cette mer intérieure, qui dépassera de beaucoup en étendue l'étang de Berre ou l'étang de Thau en France.

Nous ajoutons avec eux que cette mer intérieure, loin d'être redoutable, pourra rendre de très-grands services; et que la Compagnie pourra y affermer plus tard des pêches abondantes. Le canal d'eau douce qui passera non loin des Lacs à l'ouest, pour se diriger sur Suez, permettra dans ces lieux, aujourd'hui déserts, bien des établissements; et sans donner à l'imagination plus qu'il ne convient dans les choses de ce genre, on peut espérer là non-

seulement des revenus assez beaux, mais encore des progrès d'industrie, d'agriculture et de commerce dignes du plus grand intérêt.

§ IX.

PROFONDEUR ET LARGEUR DU CANAL.

Les auteurs de l'Avant-projet ont proposé de donner au canal une profondeur de 8 mètres, qu'ils obtenaient par l'excavation directe à 6m,50, et par la surélévation de niveau de 1m,50, qu'ils espéraient du jeu des écluses.

Cette profondeur est suffisante pour les plus grands navires de commerce qui vont actuellement de l'Europe dans les mers de l'Inde, et par exemple pour les clippers de 3,000 tonneaux. Nous n'avons pu songer à l'augmenter, puisqu'il en sera toujours temps, lorsque le besoin s'en fera sentir. Par cette double considération, nous avons adopté sans hésiter la profondeur minima de 8 mètres.

Le plafond du canal pourrait d'ailleurs avoir une légère pente du sud au nord, puisque les Lacs-Amers conserveront leur niveau à 0m,28 au-dessous du niveau moyen de la mer Rouge et à 0m,40 au-dessus du niveau moyen de la Méditerranee.

Quant à la largeur du canal, lo principe général

sur lequel s'est fondée la Commission est celui-ci : Le canal doit être assez large non-seulement pour laisser passer deux lignes de navires, mais encore pour laisser la place à une autre ligne de navires qui, pour un motif quelconque, viendraient à s'arrêter en chemin. Il est vrai que cette circonstance se présentera bien rarement, parce qu'il n'y aura point de lieu intermédiaire pour le chargement ou le déchargement des marchandises. Deux navires de 1000 tonneaux, par exemple, pour prendre une moyenne, n'exigent bord à bord que 40 mètres, tambours compris; et quand il n'y aura que des hélices, la largeur du navire se trouvera encore réduite. Un troisième bâtiment demanderait 20 mètres. En totalité, 60 mètres. Nous ajouterons 20 mètres pour la facilité des mouvements. Nous pensons donc que 80 mètres à la ligne d'eau, correspondant à 44 au plafond, sont une largeur bien suffisante. Le canal Calédonien n'a que 17 mètres de large; celui de la Nord-Hollande en a 38. La différence en faveur du canal projeté est, comme on le voit, considérable. Mais d'abord il y a des écluses dans ces deux canaux; et dans le nôtre, il n'y en a pas. De plus, la destination du canal de Suez est toute spéciale. Les deux canaux que nous venons de citer sont en quelque sorte purement intérieurs et locaux. Le canal de Suez doit au contraire donner passage à un mouvement de naviga-

tion où les bâtiments se comptent aujourd'hui par milliers, et qui s'accroîtra beaucoup encore. Il exige donc des facilités et des dimensions exceptionnelles.

On n'aura probablement pas recours aux remorqueurs ordinaires sur le canal, attendu qu'il y aura deux chaînes de touage, l'une à la remonte, l'autre à la descente, qui régulariseront les mouvements. La chaîne de touage pourrait aller sans interruption de Suez à Péluse; et on serait assuré de pouvoir toujours la maintenir en bon état, puisque chaque maillon, en passant sur le treuil, serait par cela même visité à tout instant. Les avaries seraient ainsi bientôt connues et réparées. Comme le touage est très-économique et assez rapide, puisqu'il peut faire à l'heure 6 kilomètres en remontant, et 8 à la descente, il est probable qu'on en fera grand usage sur le canal, et que très-souvent deux lignes de navires s'y rencontreront de front, plusieurs sur chaque toueur, en descendant et en remontant. On pourra même ne jamais employer la remorque et n'organiser que le touage.

Il est bien entendu qu'il y aurait de distance en distance des gares d'évitement. Il y en a déjà qui sont en quelque sorte naturelles, les Lacs-Amers, le lac Timsah, et une partie du lac Menzaleh. Entre Suez et les Lacs-Amers, il n'y en aurait pas besoin,

parce que la largeur y sera plus considérable qu'ailleurs.

Nous avons indiqué, en effet, qu'il y avait lieu d'élargir cette portion du canal, parce que les érosions y sont à craindre, et parce que les berges devront y être en partie défendues par des perrés. De la mer Rouge aux Lacs-Amers, sur 20 kilomètres, le canal aura donc 100 mètres à la ligne d'eau, correspondant à 64 mètres au plafond, tandis que sur le reste de son parcours il offrira une largeur uniforme de 80 mètres.

C'est donc 20 mètres de moins que ne le proposait l'Avant-projet. Sur une longueur de 127.000 mètres, c'est une économie de 20 millions de francs. Ce n'est pas d'ailleurs cette considération d'économie qui nous a déterminés. Mais nous avons la conviction qu'un canal de 80 mètres de large suffira complétement et pour un très-long avenir à toutes les exigences de la grande navigation.

Sauf les modifications que nous venons d'indiquer, nous adoptons le profil de l'Avant-projet. Ainsi, les talus auront 2 mètres de base sur 1 de hauteur. On ménagera sur chaque talus une banquette de 2 mètres de large, à 1 mètre au-dessous de la ligne d'eau. Cette banquette sera garnie d'un enrochement, qui régnera sur toute la longueur du canal, et qui aura 1 mètre de large dans le bas, et $0^m,50$ dans le haut. Cet enrochement, fait en petits

matériaux, est destiné à préserver les berges du clapotis des vagues, et à les empêcher de couler dans l'eau sous l'action des vents et des lames. Il est en outre certain que le système du touage, qui sera appliqué dans le canal, protége beaucoup les berges, et que les détériorations en sont moins rapides et moins fortes. Mais nous ne croyons pas cependant qu'il fût prudent de supprimer ce revêtement de pierre, non plus que les banquettes.

§ X.

DES EMBOUCHURES DU CANAL DANS LA MER ROUGE ET LA MÉDITERRANÉE.

Nous arrivons maintenant à la partie la plus délicate du projet, c'est-à-dire à ce qui concerne les deux embouchures du canal, au sud, dans la mer Rouge, et au nord, dans la Méditerranée.

Nous commençons par la rade de Suez, où les travaux seront les moins considérables.

PORT DE SUEZ.

Nous adoptons la direction que les auteurs de l'Avant-projet ont donnée au chenal dans le golfe de Suez; et comme eux nous n'hésitons pas à le porter dans l'est de la rade. Le tracé à l'est est plus court et moins coûteux. Il place l'entrée du port dans une région de la rade accore et saine. Le chenal dirigé N. O. et S. O. est abrité de la mer du large, et les bâtiments pourront y entrer et en sortir à la voile par les vents

dominants du N. N. O. Le choix de l'emplacement et de la direction du chenal est donc parfaitement justifié. Mais si les dispositions générales de l'Avant-projet sont irréprochables, quelques dispositions de détail sont à modifier.

Le bassin de retenue, imaginé pour faciliter l'introduction du flot dans le canal, et pour donner au besoin des chasses dans l'avant-port, est inutile. L'endiguement du chenal, entre Suez et l'accore du banc qui forme l'enceinte de la rade, est une précaution qui n'est pas justifiée; car la portion du chenal à ouvrir en mer est évidemment la seule qui doive être protégée par des jetées. Dans l'Avant-projet, les jetées ont une longueur de 4,000 mètres; et elles atteignent la partie de la rade où viennent mouiller les grands bateaux à vapeur de la Compagnie péninsulaire et orientale. Cette disposition, qui coupe en deux la meilleure partie de la rade, créerait un danger pour les navires qui s'y arrêteraient avant d'entrer dans le chenal, surtout quand ils arriveront de nuit. Enfin, la largeur du chenal, restreinte à 100 mètres dans l'Avant-projet, nous a paru tout à fait insuffisante pour que les mouvements d'entrée et de sortie soient faciles.

La rade de Suez est vaste et sûre. Elle peut contenir plus de 500 bâtiments de toute grandeur. Elle a de 5 à 13 mètres d'eau, sur un fond de vase molle d'une excellente tenue. C'est ce qu'avaient

déjà constaté les ingénieurs français en 1799 et le contre-amiral Gantheaume. C'est ce que nos collègues ont également constaté. Ils ont cité dans leurs procès-verbaux rédigés en Égypte un fait très-remarquable que nous rappellerons ici de nouveau, parce qu'il prouve combien le mouillage est bon dans la rade de Suez. La corvette anglaise *la Zenobia*, qui sert de magasin de charbon aux steamers de la Compagnie péninsulaire et orientale, y a stationné pendant trois ans, sans que ses ancres aient bougé, et sans que ses communications avec la terre aient été interrompues un seul jour. Ce fait, affirmé par le capitaine, a été vérifié sur son livre de loch, et il se trouve confirmé par les pratiques de Suez. Il est peu de rades au monde qui présentent de telles conditions de sécurité. Deux passes profondes et saines, assez larges pour le louvoyage, s'ouvrent en mer, de part et d'autre d'un banc de roche, par des profondeurs de 16 et 17 mètres, et elles permettent de prendre et de quitter le mouillage en tout temps. Au sud-ouest de ce banc, l'anse formée par la pointe de l'Attaka (Ras el Adabieh) offre un second mouillage d'une étendue égale et d'une sûreté comparable.

La rade de Suez a donc toutes les qualités désirables pour former la tête du canal des deux mers.

Le vent de N. N. O., qui y règne presque toujours et qui est le plus violent, n'est jamais dange-

reux. Quant à celui de S. S. E., qui vient du large, et qui pourrait seul amener une grosse mer sur rade, il est en général peu violent, et ne persiste tout au plus que trois ou quatre jours. Les vagues qu'il soulève ne sont guère plus fortes, au mouillage, que celles qui sont soulevées par les vents de terre, quand ils sont violents.

Les observations de marée faites en 1856 à Suez, et les renseignements du capitaine du port sur les repères extrêmes que le niveau de la mer ait atteints depuis vingt ans, nous ont permis de déterminer avec précision la cote du niveau d'équilibre des eaux, et les fluctuations de ce niveau sous l'influence de la marée et des vents. Voir le calcul du régime des eaux parmi les annexes de ce rapport.

Le niveau moyen habituel de la mer Rouge à Suez est à 1^m,64 en contre-bas de la tablette supérieure du quai, à droite de l'escalier de l'hôtel. Il s'élève de 0^m,61 par une tempête de la partie sud, et s'abaisse de 0^m,56 par une tempête de la partie nord. La marée monte et descend, de part et d'autre du niveau moyen, au maximum de 1^m,03, et en moyenne de 0^m,80 en vive eau, et 0^m,40 en morte eau.

Les courants dans la baie de Suez sont faibles; ils ne contournent point la rade; ils portent alternativement au nord et au sud, et ils reversent au

même instant sur tous les points. Quand le canal sera établi, le balancement des eaux de la rade et des Lacs-Amers accroîtra notablement la vitesse des courants aux abords du chenal. D'après nos calculs, la vitesse sur le fond entre Suez et les Lacs-Amers pourra s'élever exceptionnellement à 1^{m},16 par seconde pendant le flot, et à 0^{m},97 pendant le jusant.

La mer Rouge ne reçoit aucun cours d'eau ; les côtes, généralement formées de roches dures, résistent à l'action destructive des vagues. Les dépôts alluvionnaires qu'on y rencontre proviennent des débris de coquilles et de madrépores rejetés sur les rives, et des vases et des galets que les pluies d'orage, très-rares, mais torrentielles sous ces climats, entraînent à la mer.

L'enceinte de la rade de Suez est formée par des plages de sable, dont la configuration et l'étendue paraissent immuables. Ces plages se prolongent sous l'eau jusqu'aux profondeurs de 4 à 5 mètres. Au delà, le fond est couvert d'une vase molle mélangée de débris de coquilles; il ne paraît pas s'être exhaussé sensiblement depuis des siècles. La bonne tenue des ancres et la limpidité constante des eaux sur rade témoignent que le fond n'y est que peu ou point remué dans les gros temps.

Les dépôts de sable et de vase qui forment l'enceinte de la rade de Suez ou qui en tapissent le fond

n'éprouvant que des accroissements et des déplacements insensibles, on n'a pas à craindre l'envahissement du chenal et du port par les alluvions.

En présence de conditions si favorables, les officiers de marine membres de la Commission auraient désiré qu'on pût se passer de jetées, et qu'il n'y eût qu'un simple chenal creusé et entretenu à la drague jusqu'au mouillage. Ce vœu avait été déjà exprimé en Égypte par un de nos collègues; et en voyant les lieux, il avait pensé que des levées en sable, provenant du creusement, suffiraient à maintenir le chenal. La fermeté des dépôts de sable et leur tendance à se lapidifier lui semblaient des garanties suffisantes. Sur l'objection faite par les autres membres de la Commission, que ces levées formées de simples déblais s'ébouleraient dans le chenal sous l'action des tempêtes et des courants de marée, il avait proposé de curer en grand la rade aux abords de la plage.

Ces diverses propositions, qui supprimeraient complétement les jetées, ne nous ont pas paru acceptables. Nous pensons que la pente naturelle du fond près de la plage est une des conditions de sa stabilité, et que toute communication de huit mètres de tirant d'eau ouverte à la drague entre le port de Suez et sa rade provoquerait, en dedans de la zône sur laquelle la mer brise actuellement

de grands mouvements de sables qui dévieraient le chenal à droite ou à gauche et rendraient, en dépit de curages incessants, cette communication intermittente et précaire. C'est ce qui arrive partout où le balancement des eaux de la mer et des lagunes s'établit à travers des plages, notamment aux graux du golfe de Lyon, aux boccas de la mer Adriatique et aux boghas du golfe de Péluse. Toutes les fois qu'on a voulu assurer l'entrée des lagunes, il a fallu encaisser ces échancrures de la plage entre des jetées pour les fixer, et les approfondir en forçant les courants à agir sur les mêmes points. Les vagues sont, il est vrai, moins fortes à Suez que sur les plages de la Méditerranée; mais le chenal devant être plus profond, la difficulté de le maintenir serait tout aussi grande. On ne peut espérer le fixer qu'en l'endiguant dans la zône des brisants, et jusqu'au point où le fond n'est pas remué dans les tempêtes.

Nous nous sommes donc arrêtés à un système mixte consistant à endiguer le chenal par des enrochements jusqu'aux fonds de 6 mètres, et à le raccorder par une excavation de 500 mètres de large avec la partie de la rade qui offre naturellement 8 à 9 mètres d'eau. Ce moyen terme entre un chenal endigué, depuis Suez jusqu'aux profondeurs de 9 mètres, et un chenal non endigué, réunit les avantages des deux systèmes, sans en avoir les

inconvénients. On ne peut plus reprocher aux jetées arrêtées aux profondeurs de 6 mètres de couper en deux le mouillage, puisque les parties de la rade qui n'offrent pas ce tirant d'eau sont sans intérêt pour la grande navigation. On ne peut plus craindre les déviations ou l'encombrement du chenal, puisqu'il est endigué partout où la vague peut remuer le fond. Un tel chenal se maintiendra très-probablement par la seule action des courants de marée, et très-sûrement, par quelques dragages.

La jetée de l'ouest aura 1800 mètres de longueur; celle de l'est, 2000. Elles seront parallèles et dirigées N. 30° E. et S. 30° O., de manière à permettre l'entrée et la sortie à la voile par les vents de S. E. et de N. E., qui règnent presque exclusivement sur rade. Le chenal endigué aura 300 mètres de largeur, tandis que son prolongement, de la tête des jetées aux profondeurs de 9 mètres, en aura 500. Ce chenal s'ouvrant sur une rade où la mer n'est jamais grosse, et où le vent est presque toujours maniable, ces dimensions sont largement suffisantes pour la facilité des mouvements d'entrée et de sortie.

Le couronnement des jetées aurait 3^{m},64 au-dessus du niveau moyen habituel de la mer Rouge; et 2 mètres au-dessus du quai de Suez, c'est-à-dire au-dessus du niveau le plus élevé. Les talus

à l'intérieur seraient de 45°, et de 2 sur 1 à l'extérieur. On emploierait des blocs naturels.

Pour la jetée de l'ouest, le massif de maçonnerie aurait à la base $7^m,80$ de large, et 6 mètres au couronnement. Il serait assis sur une couche de béton de 1 mètre d'épaisseur. L'empatement des masses de blocs serait de 1 mètre de chaque côté. Le parapet aurait $0^m,80$ en largeur et en hauteur.

Pour la jetée de l'est, les dimensions seraient moins fortes. Le massif n'aurait plus que 5 mètres de large à la base, et 4 au couronnement. L'empatement serait le même.

Les musoirs auraient, celui de l'ouest, 25 mètres de longueur sur 12 de large; et celui de l'est, 20 sur 10. Tous deux seraient relevés de 2 mètres au-dessus du terre-plain des jetées.

Nous avons cru devoir ajouter aux travaux que nous venons d'indiquer un arrière-bassin, dont l'utilité se justifie d'elle-même dans un port où afflueront des milliers de navires. On ménagera donc, en avant du quai actuel de Suez, un bassin garni de quais, qui se développeront au fur et à mesure des besoins. Pour le présent, nous n'établirons qu'un quai de 800 mètres de long, et un bassin de 200 mètres de large, régnant tout le long du quai. Le massif de maçonnerie des quais aurait 2 mètres à la base, et 1 au sommet, qui serait de niveau avec le quai actuel. Il aurait d'empatement

$0^m,57$ en dedans, et $0^m,46$ à l'extérieur. Le béton aurait 4 mètres de haut sur $2^m,50$ de large, avec revêtement de $0^m,22$ à la mer, et de $0^m,11$ au dedans. L'empatement des blocs serait également de 1 mètre de chaque côté.

Les matériaux seront empruntés aux carrières de l'Attaka, montagne voisine de Suez; et pour certaines parties du travail, à celles de M'Salem, de l'autre côté de la rade, en Asie, et à peu de distance à l'est. L'enrochement serait fait avec les blocs calcaires de l'Attaka. La maçonnerie, pour le couronnement et le parapet, serait faite avec les pierres de taille extraites des carrières de grès de M'Salem. Les matériaux fournis par l'Attaka seront d'un très-bon usage. La montagne, qui est très-abrupte du côté de Suez, est formée d'un calcaire compacte qui présente des traces fort singulières de décomposition. La surface elle-même ne se décompose pas; elle paraît seulement avoir éprouvé une espèce de torréfaction, qui en a changé l'aspect plutôt que la nature; et c'est sous cette croûte que la décomposition s'opère. Mais ce phénomène n'est pas général. Dans les gorges étroites, d'où s'échappent dans les temps d'orage des torrents qui entraînent des masses de matériaux, la roche, entretenue vive par ce frottement, a conservé une autre apparence. Elle est très-dure, et elle semble appartenir à la formation d'où sont sorties les pierres

qui ont servi à la construction des Pyramides, et qui ont été extraites, près du Caire, sur la rive droite du Nil. Elles présentent à la surface de nombreuses fissures; mais ces fissures ne sont qu'apparentes; elles disparaissent entièrement dans l'intérieur de la masse. Ces calcaires pourront donc être très utilement employés.

PORT SAÏD SUR LA MÉDITERRANÉE.

Nous avons déjà dit plus haut, en traitant du tracé d'une manière générale, que nous avions porté l'embouchure du canal dans la Méditerranée à 28 kilomètres et demi plus à l'ouest que ne le faisait l'Avant-projet. Les détails dans lesquels nous allons entrer expliqueront notre résolution, et feront peut-être mieux connaître des parages qui, jusqu'à présent, ont été assez mal connus.

Le golfe de Péluse s'étend de la pointe de Damiette à l'ouest, au cap Casius à l'est. Il a 75 milles d'ouverture sur 14 milles de profondeur. Il fait face au N. N. E. Ce golfe peut être divisé en deux baies secondaires, séparées par une partie un peu convexe qui avance dans la mer. La baie de l'est est celle de Péluse proprement dite; la baie de l'ouest est celle de Dibeh.

Dans tout le golfe, la plage est formée de sable

fin, gris, et sans aucune partie limoneuse. Elle se compose d'un étroit cordon littoral ou *lido*, qui a 100 à 150 mètres de large environ. Il ne peut guère en avoir eu moins à aucune époque. Ce lido n'a pas généralement plus d'un mètre et demi au-dessus de la basse mer. Il n'est pas cependant franchi par les vagues dans les temps ordinaires; car sur ce point les vagues n'ont jamais une grande élévation, à cause de la faible déclivité de la partie qui s'étend sous la mer. Derrière ce cordon, que la mer franchit sur quelques points dans les gros temps, s'étend à l'est, vers le cap Casius, une chaîne de dunes, sur lesquelles croissent quelques végétaux, et qui dès lors peuvent être considérées comme fixes; au centre, autour de Péluse, le fond limoneux du lac Menzaleh desséché; et à l'ouest, le lac Menzaleh, qui s'étend sur dix à douze lieues jusqu'à Damiette. Ce lac est rempli en partie par les eaux de la mer, qui y pénètrent par les boghaz, et quelquefois par-dessus le lido.

Les boghaz sont des coupures naturelles de la plage qu'ont formées d'anciennes bouches du Nil, par lesquelles, à l'époque des crues du fleuve, le trop-plein du lac Menzaleh se déverse à la mer. Le balancement des eaux de la mer et du lac Menzaleh, dont les niveaux sont essentiellement variables, produit dans ces bouches des courants alter-

natifs, assez vifs, qui en perpétuent l'existence. Ces coupures naturelles de la plage en allant de l'est à l'ouest sont :

1° L'embouchure de l'ancienne branche Pélusiaque, qui s'appelle aussi bouche de Tineh, à cause du vieux fort ruiné qui se trouve sur cette branche ;

2° L'embouchure de l'ancienne branche Tanïtique ou Saïdienne, qui se nomme aujourd'hui bouche d'Oum-Fareg, près de la tour de ce nom, bâtie par les Français pendant l'expédition d'Égypte ;

3° Enfin la bouche de Ghémileh, qui fait communiquer la mer avec le lac Menzaleh. La bouche de Ghémileh ou Ghémil a 385 mètres de large sur une profondeur variable, qui est de 1 mètre environ dans les basses eaux. Cette bouche ou boghaz tend à s'accroître, depuis que la bouche de Dibeh, plus à l'O., a été obstruée. La bouche de Dibeh est l'ancienne branche Mendésienne.

La pointe de Damiette s'atterrit, tandis que le cap Casius présente des traces évidentes d'érosions. La partie saillante du rivage entre les baies de Dibeh et de Péluse éprouve des érosions analogues. Le cordon littoral est sur ce point très-étroit, et il repose snr un dépôt de limon du Nil formé jadis dans le lac Menzaleh ; le cordon littoral a donc reculé.

Quant au rivage de Péluse, il n'a certainement pas varié sensiblement depuis vingt siècles. Les ruines de cette ville sont aujourd'hui à la même distance de la mer que du temps de Strabon; et les dépôts limoneux du lac Menzaleh desséchés n'en sont séparés que par un mince cordon de sable dont la largeur n'a pu s'accroître beaucoup, puisqu'elle ne dépasse pas 100 à 150 mètres.

Le rivage du golfe de Péluse n'a donc pas sensiblement varié de forme et de position depuis les temps historiques. Les atterrissements et les érosions qu'il éprouve sur quelques points sont dus à des causes locales dont l'effet séculaire est à peu près nul. Le cordon littoral qui le borde de Damiette au cap Casius peut être considéré dans son ensemble comme immuable.

Les vents d'O. N. O. soufflent les deux tiers de l'année, et ils dominent principalement en hiver. Ce sont ces vents qui amènent les tempêtes, d'ailleurs fort rares sur les côtes d'Égypte. Les vents de N. N. E. sont beaucoup moins fréquents et moins violents. Cependant ils sont presque aussi redoutés dans le golfe de Péluse, parce qu'ils le battent en plein. Les vents d'est sont infiniment rares et toujours faibles. Quant à ceux du sud, il est bien rare aussi qu'ils aient quelque violence; et comme ce sont des vents de terre, ils ne sont pas dangereux. Dans les beaux temps, et principalement

en été, les brises solaires s'établissent dans le golfe; elles soufflent S. E. et N. E., ou S. O. et N. O., selon que le vent régnant tient de l'E. ou de l'O. La permanence de ces brises alternatives de terre et de mer, qui soufflent du nord pendant le jour, et du sud pendant la nuit, faciliterait les mouvements d'entrée et de sortie du canal.

Les courants dans le golfe de Péluse n'ont qu'une faible intensité. Ils varient avec le vent et la houle. Quand la mer est calme, et le vent très-faible, le courant suit la direction de l'E. N. E. à l'O. S. O. Sa vitesse est de deux milles par jour environ. Au nord du golfe, il existe un autre courant plus sensible. C'est ce qu'on peut inférer de la route que doivent suivre les bâtiments qui se rendent d'Alexandrie sur les côtes de Syrie. La dérive les porte au sud, même quand il n'y a pas de vent du large; et, pour arriver à Beyrouth et à Alexandrette, ils gouvernent d'un quart environ au nord de la route directe. Quand ils se rendent à Jaffa, ils éprouvent encore une dérive dans le même sens, mais beaucoup moins grande.

Le courant général de la Méditerranée, qui longe les côtes de gauche à droite en regardant la mer, n'entre pas dans le golfe de Péluse. Il est dévié au large par le gisement de la côte vers Alexandrie et par les eaux douces qui sortent du Nil. Il n'est sensible que près des caps avancés, où sa

vitesse par seconde est de 2 à 4 décimètres au plus.

Ainsi, il n'y a dans le golfe de Péluse, quand le temps est beau, que des courants très-faibles essentiellement irréguliers. Ils sont produits soit par le remous du courant général, qui passe au large, soit par le vent régnant, soit par les eaux douces qui sortent du lac Menzaleh. Quand la mer est grosse, et qu'elle est soulevée par les vents forts et persistants de la partie nord, le courant porte toujours en côte à l'entrée du golfe. Il y accumule des masses d'eau, qui s'écoulent le long de la plage dans la direction du vent régnant. Ce courant littoral accidentel, qui charrie les sables que la vague a détachés du fond, porte donc tantôt à l'ouest et tantôt à l'est, selon le vent, et par conséquent, le plus souvent à l'est.

Le dépouillement des huit nivellements différents exécutés dans l'isthme depuis 1846 a fixé la cote du niveau moyen habituel des eaux dans le golfe de Péluse à 2^{m},32, en contre-bas du repère du quai de Suez; et par conséquent, à 0^{m},68 au-dessous du niveau moyen habituel de la mer Rouge. D'après les observations de marées faites à Tineh en 1847, et à Alexandrie en 1856, le niveau moyen de la Méditerranée sur la rive égyptienne s'élève de 0^{m},34 par une tempête de la partie nord, et s'abaisse de 0^{m},32 par une tempête de la partie sud. La marée monte et descend, au maximum, de

$0^m,22$; et en moyenne de $0^m,09$ dans les quadratures, et de $0^m,18$ dans les syzygies.

Telle est donc la configuration générale du golfe de Péluse; et tel est le régime de ses eaux sous l'influence des vents et des courants.

Quant au fond de la mer, voici comment il se présente, d'après les nombreux et exacts sondages qui ont été exécutés par M. Larousse, ingénieur hydrographe de la marine, sous la direction de M. Lieussou, et dont le plan est annexé au présent rapport. Il est bien vrai qu'à Péluse, ou plutôt en face de ses ruines, à l'endroit où les auteurs de l'Avant-projet avaient porté l'embouchure du canal, on ne trouve les profondeurs d'eau de 8 mètres qu'à 7,500 mètres de la plage; et cela se conçoit, puisque c'est là que la plage est la plus concave. Mais à mesure qu'on s'avance à l'ouest, ces profondeurs se rapprochent successivement du lido. La déclivité du fond est partout très-faible et assez régulière. Mais la ligne de plus grande pente se rencontre à 18 kilomètres environ au nord-ouest d'Oum-Fareg. En cet endroit, la ligne de niveau de 8 mètres de profondeur n'est plus qu'à 2300 mètres de la plage. Plus à l'ouest, vers Ghémil, les lignes de niveau restent à peu près à la même distance de terre, dans une étendue de 20 kilomètres de long.

Ces diverses indications nous ont paru décisives;

et en les appréciant, nous n'avons pas dû hésiter à placer l'embouchure du canal à cette saillie que fait la côte à la hauteur de l'ancienne Saïs, et qui est la limite de la baie de Péluse proprement dite, à l'est; et de la baie de Dibeh, à l'ouest. C'est là qu'est la plus grande déclivité; et c'est là que les atterrissements sont le moins à craindre, comme le prouvent des traces évidentes d'érosions sur la sa llie de la plage.

C'est en souvenir à la fois de l'antique Saïs, et en l'honneur du prince qui règne actuellement sur l'Égypte, que nous avons nommé Saïd le port que nous proposons d'établir en ces lieux, et qui ne sera que l'embouchure agrandie du canal.

Sur ce point, c'est à 3000 mètres du rivage à peu près qu'on trouve les profondeurs de 10 mètres.

Reste, en ce qui concerne le golfe de Péluse et la conservation de l'embouchure du canal qu'on y créera, une dernière question, qui est la plus grave de toutes; c'est celle des atterrissements. Ils menacent, à ce qu'on s'imagine, la durée de tous les travaux qu'on pourrait faire à la mer dans ces parages. Naturellement, cette question a dû fixer notre attention d'uue manière toute spéciale. Nos collègues qui se sont rendus en Égypte y ont donné aussi un soin tout particulier sur les lieux mêmes.

Un premier fait certain, c'est qu'il n'y a pas

trace de vase sur le rivage, et que le sable y est aussi pur qu'il est fin. Ce sable se prolonge, sans aucun mélange, sous la mer jusqu'aux profondeurs de 8 à 9 mètres. Ce n'est qu'au delà que commence la vase; et il faut aller jusqu'à 10 mètres pour trouver la vase pure, qui s'étend ensuite indéfiniment dans les grands fonds de la Méditerranée. Si l'on rencontre quelques taches de vase dans les fonds moindres, ces taches y sont insignifiantes; elles n'ont guère que 10 à 15 mètres de diamètre, et $0^m,25$ à $0^m,40$ d'épaisseur. Ce sont des dépôts superficiels et récents, sur lesquels une tempête n'a pas encore passé; ces dépôts sont purement accidentels, et le premier coup de vent du nord les fait disparaître.

Comme la déclivité du fond, déjà très-faible dans la zône des sables, l'est davantage encore dans celle des vases, les fortes ondes du large sont graduellement amorties et déprimées. C'est ce qui explique pourquoi les lames aux abords du rivage ont tout au plus 2 mètres de haut, comme nous l'avons déjà remarqué. Ce fait, nous le disons en passant, constitue une présomption en faveur de la sécurité du mouillage, et il est une garantie de la stabilité des travaux qui auront pour but de créer un port en ces lieux.

Un second fait non moins certain, c'est que le Nil, comme tous les grands fleuves qui n'ont

presque plus de pente vers leur embouchure, charrie à la mer beaucoup de vase et très-peu de sable. Il est possible que, dans la partie supérieure de son cours, les choses se passent autrement. Mais dans le thalweg de son lit inférieur, on ne trouve que très-peu de sable, perdu en quelque sorte dans la vase. Si le sable est à nu près du bord, sur les bancs et les rives à fleur d'eau, c'est que le clapotement y produit une sorte de lavage et de triage. La vase délayée est entraînée, et le sable, plus pesant, reste et s'accumule à la longue. Ce délavage incessant des sables se voit bien plus clairement encore sur les barres, en avant des boghaz. L'agitation continue des eaux ne permettant pas aux parties terreuses de se déposer, ces barres sont formées de sable pur, tandis qu'en dedans et sous leur abri on ne trouve plus que du limon. Ces quelques bancs de sable, dont la formation est séculaire, n'empêchent pas que les alluvions portées à la mer par le Nil, et dont la nature est indiquée par le limon qui tapisse son lit, ne soient presque exclusivement vaseuses.

Les vases que le fleuve porte dans ses eaux, et les sables fins qu'il roule sur son lit, peuvent se déposer d'abord pêle-mêle, par une mer calme. Mais le premier gros temps les sépare.

La vase, délayée par la houle, se dissout en quelque sorte dans la masse des eaux et ne s'en

sépare que lentement après que l'agitation a cessé. Elle est portée ainsi au loin, et en sens divers, au gré des courants de fond et de surface, sans être arrêtée par les inégalités du fond ou les anfractuosités du rivage. A chaque grosse mer, elle est délayée de nouveau et va se perdre en définitive dans les grands fonds du large, et dans le lac Menzaleh, où, la vague cessant de l'agiter, elle trouve le repos et s'atterrit.

Le sable, soulevé par la houle, retombe, pour être soulevé de nouveau l'instant d'après. Pendant la durée de ces courtes suspensions, il participe au mouvement de translation des eaux inférieures, et subit ainsi une série de petits déplacements, qui équivalent, en somme, à un transport direct dans le sens du courant inférieur. Il ne se dissout pas dans la masse des eaux, à la manière de la vase, et il n'y reste en suspension que par exception. Il chemine de proche en proche, sur le fond même, pour s'arrêter dès que la houle cesse de le remuer. Dès lors, il ne peut gagner le large ni sortir d'une baie dont les caps avancés offrent à leur pied de grandes profondeurs d'eau. Il est maintenu près du rivage dans la région des petits fonds, où l'agitation des eaux ne permet pas à la vase de se fixer, et le débarrasse incessamment des dépôts terreux, apportés quand la mer est calme.

Dans la Méditerranée, la vague est l'agent né-

cessaire, mais non pas unique, du transport des matériaux meubles qui tapissent le fond. En délayant la vase, en remuant et mobilisant le sable, elle ne fait que les livrer à l'action des courants, trop faibles par eux-mêmes pour les rouler sur le fond. Mais elle devient l'agent direct et énergique de ce transport en déferlant sur les petits fonds, qu'elle rencontre en avant du rivage. Chaque lame, en se brisant, produit une chute d'eau qui entraîne avec elle les sables qu'elle a détachés du fond, et leur imprime ce mouvement de va-et-vient que tout le monde a remarqué le long des plages. Dans ce mouvement alternatif, le sable, projeté en avant par la lame directe, redescend, avec le ressac, suivant la ligne de plus grande pente. Il s'avance donc en louvoyant sur la plage, jusqu'à ce qu'il soit rejeté hors de l'atteinte des eaux. Le sable fin, ainsi atterri, et bientôt séché par un soleil ardent, est emporté par le vent, qui le répand dans la plaine, ou le façonne en dunes.

Le déplacement incessant que les sables et les vases, déposés d'abord près de la côte, subissent à la mer, aboutit donc à une sorte de triage, qui les répartit en définitive selon leur nature. Les sables sont maintenus au rivage, pendant que les vases gagnent le large. C'est ainsi que les alluvions du Nil ont formé à la longue, dans le golfe de Péluse, une zône de sable fin, qui commence à la plage

et finit aux profondeurs de 8 à 9 mètres et est superposé à un dépôt indéfini de vase.

Une zône de 2 à 3 kilomètres de largeur, sur 4 à 5 mètres d'épaisseur moyenne, une plage exiguë et quelques dunes, éparses en arrière, représentent la masse totale de sable que le Nil a jetée à la mer, depuis les temps reculés où il a franchi le cordon littoral.

Les dépôts de sable dans le golfe de Péluse sont donc, à vrai dire, aussi vieux que le Nil. L'accroissement séculaire en est sensiblement nul. Puisque les dépôts de vase, quelque considérables qu'ils soient d'ailleurs, seront éternellement maintenus en dehors de la zône des sables, le cordon littoral, qu'un nouvel apport de sable pourrait seul atterrir, peut être considéré dans son ensemble comme immuable. Les nouveaux apports du Nil n'encombrent guère que son embouchure, dont ils prolongent la saillie en mer de 3 à 4 mètres par année. Sur les autres points, ils entretiennent la plage et ne l'accroissent pas.

Ainsi tombe pour nous la seule objection élevée contre le tracé direct. Faire déboucher le canal à travers la plage immuable du golfe de Péluse n'est pas du tout une impossibilité. C'est une œuvre plus facile que celle du port de Malamocco, créé dans des conditions plus défavorables et pour un objet moins important.

Nous avons placé le débouché du canal à 28 1/2 kilomètres ouest du point adopté dans l'Avant-projet, parce que la côte y est moins exposée aux vents dominants, plus accore et plus avancée au large. En allant plus au nord-ouest, dans la baie de Dibeh et sous la pointe de Damiette, on ne pourrait se relever par un vent du N. E. Ce serait en outre allonger le parcours du canal. La saillie que forme la côte en face de Saïd, entre les baies de Péluse et de Dibeh, est évidemment l'emplacement le plus favorable; l'appareillage y sera facile par tous les vents; et un bâtiment, surpris à cette hauteur par un vent violent du large, pourra toujours se relever et regagner la haute mer.

Il est vrai qu'en reportant jusqu'à Saïd l'embouchure du canal, d'abord projetée à Péluse, on allonge le parcours de sept kilomètres à peu près. Mais cette considération n'a pas dû nous toucher, parce que malgré l'allongement on pourra, grâce aux avantages du nouvel emplacement, diminuer de moitié environ les dépenses totales de cette portion spéciale des travaux.

L'Avant-projet plaçait un môle d'abri en avant des jetées à Péluse. Nous pensons qu'on peut le supprimer; et les auteurs de l'Avant-projet, eux-mêmes l'avaient proposé comme un surcroît de précaution, plutôt que comme une nécessité.

Les vents sont très-réguliers sur la côte d'Égypte. Le mouillage y est meilleur que sur toute la côte de Syrie, qui est exposée en plein aux vents dominants du N. O., tandis que celle d'Égypte en est partiellement abritée. La tenue du fond est partout excellente. M. Larousse, pendant qu'il a séjourné sur cette rade, a pris plusieurs fois les positions du bâtiment à un jour d'intervalle; et il n'a jamais trouvé aucune différence, quoique le vent eût soufflé toute la nuit. Les bâtiments qui voudraient mouiller avant de donner dans le canal ne doivent donc pas craindre de chasser; ils ne courront aucun risque. Les caboteurs du pays attestent que, dans les gros temps, ils trouvent facilement un abri à l'est de Damiette, c'est-à-dire vers les lieux mêmes où le canal débouchera. Il faut dire de plus qu'avant l'établissement des Compagnies autrichienne et française qui font le service de la navigation à vapeur, les bâtiments caboteurs à voile, faisant ce qu'on appelait la navigation de caravane sur les côtes d'Égypte et de Syrie, cherchaient souvent un abri dans la partie ouest du golfe de Péluse, ainsi que la déclaration en a été faite par d'anciens capitaines du port de Marseille. Ceci prouve bien que ces côtes sont très-loin d'être redoutables, ainsi qu'on se le figurait sans les connaître; et l'on peut être assuré qu'un bâtiment abrité des vents d'O. N. O. pourrait y tenir

en tout temps avec de longues touées par 12 mètres de fond.

Un brise-lames de 1,500 ou même de 1,600 mètres de long, à 1,000 mètres des jetées, ne serait pas seulement peu utile; il aurait en outre deux inconvénients très-graves dont l'un est évident, et dont l'autre est très-probable.

En premier lieu, une fois construit, il fixerait invariablement le port; et si plus tard on avait à pousser les jetées à une plus grande distance en mer, il serait un obstacle insurmontable. Les dépôts considérables de sable ne sont pas à redouter, d'après ce que nous avons dit, à l'enracinement des jetées. Mais si plus tard la nécessité de maintenir l'entrée du port en dehors de la zône des sables exigeait un prolongement, on aurait à regretter de ne plus pouvoir le faire, et de s'être privé d'un moyen plus sûr et moins coûteux que le dragage. Au contraire, la construction de jetées isolées ne compromet point la construction ultérieure d'un brise-lames, si l'on jugeait nécessaire d'y recourir; et l'on serait toujours à temps de couvrir le chenal par cet abri, si l'expérience de plusieurs années venait à en démontrer le besoin.

En second lieu, le courant littoral, en traversant la rade, couverte par le brise-lames isolé, y déposerait en partie les troubles dont il est chargé dans les tempêtes. Maintenant, les vases

restent dans les grands fonds, et on ne les voit jamais aux abords de la plage. Mais après qu'un brise-lame aurait été établi, elles s'accumuleraient peut-être sous l'abri qu'il aurait formé, et amèneraient ainsi ce qu'on doit éviter à tout prix, l'atterrissement des abords du chenal formé par les jetées.

En un mot, il n'est pas besoin, pour ces parages, de rade couverte, dans le genre de celle que le môle contribuerait à former. Toute cette côte est, on peut dire, une rade foraine, avec un mouillage très-sûr au large, qui appartient à tout le monde, et où l'on pourrait rester deux ou trois jours sans acquitter de péage. Le système d'un large chenal s'ouvrant librement en mer permettra de donner tout d'abord au port Saïd les qualités nautiques essentielles, et assurera son avenir, en réservant la possibilité d'améliorations et d'extensions ultérieures. Avec 400 mètres, par exemple, on peut entrer en tout temps, vent grand largue; et il suffira de donner à la jetée qui sera au vent, une certaine forme et une certaine direction pour avoir les avantages d'un brise-lames isolé sans en avoir les inconvénients.

Nous laisserons donc le port Saïd complétement libre, comme celui de Suez; ou plutôt nous ferons déboucher le canal à Saïd avec ses deux jetées parallèles, sans aucun autre ouvrage. Mais nous

porterons sa largeur à 400 mètres, au lieu de 100 que proposait l'Avant-projet, dimension évidemment insuffisante pour un chenal qui doit être en même temps un port, et où les navires doivent pouvoir se mettre en travers, manœuvre quelquefois inévitable pour le mouillage. Les 400 mètres, qui ne font que deux encâblures, sont indispensables pour que les navires puissent mouiller sans toucher les jetées; car on est encore en mer en quelque façon. Il ne faut pas oublier non plus qu'il y aura des bâtiments de 120 mètres de long. Les navires marchands n'ont plus, de nos jours, comme autrefois, 40 mètres de longueur; et les clippers aujourd'hui ont trois fois au moins cette dimension.

La jetée de l'ouest ou du nord aurait 3500 mètres de long, pour atteindre les profondeurs de 10 mètres. Celle de l'est ou du sud ne serait poussée qu'aux profondeurs de $8^m,50$. Elle aurait 2500 mètres de long. Leur direction sera du S. O. 1/4 S. au N. E. 1/4 N.; et l'extrémité de l'une sera légèrement infléchie, de manière que la tangente aux deux musoirs soit juste S. S. O. et N. N. E., et de 1000 mètres de longueur de l'un à l'autre.

De cette manière, on forme une rade couverte ou avant-port de 40 hectares de superficie, parfaitement abrité des vents de N. O., qui dominent sur cette côte et y amènent la plupart des tempêtes. Les navires pourront entrer en tout temps; ce

qui est le point essentiel. Il y aura ensuite comme une arrière-rade formée par le chenal compris entre les jetées. Celle-ci aura 1800 mètres de long à partir du bout de la jetée du sud, sur 400 mètres de large. C'est encore 72 hectares, où les navires seront à l'abri et dans le calme.

Mais l'avant-port et le chenal, quelque grands qu'ils soient, pourraient ne pas suffire. Les navires qui devront parcourir le canal, étant très-nombreux, n'arriveront pas un à un, quoique l'arrivage doive être régulier pendant huit mois de l'année par suite de la constance des vents du nord; mais ils viendront aussi par flottilles avec les vents favorables. D'un autre côté, la Compagnie devra entretenir un matériel flottant, remorqueurs, dragues, machines, etc. Il sera donc nécessaire de disposer au delà des jetées un arrière-bassin où les bâtiments pourront stationner. On obtiendra ce résultat en élargissant le chenal, à l'origine des jetées, par des retraites de 200 mètres de chaque côté. La largeur de l'arrière-bassin sera portée ainsi à 800 mètres. La longueur sera pareille, et la superficie sera de 64 hectares.

Cet arrière-bassin ne sera d'abord revêtu de quais que sur la rive ouest; et il pourra dès lors s'étendre indéfiniment vers l'est, si, contrairement à nos prévisions, cette extension devenait un jour nécessaire.

En totalité, le port Saïd aura donc au moins une surface de 176 hectares.

Le canal viendra déboucher dans le milieu de l'arrière-bassin avec une largeur de 100 mètres, qui se réduira plus loin à 80; et il se raccordera au moyen de courbes à grand rayon.

Voici maintenant les dispositions de détail. Elles sont à peu près les mêmes que celles de l'Avant-projet.

Les jetées seront formées de blocs naturels. Celle de l'ouest aura un talus de 45° à l'intérieur, et de 3 de base sur 1 de hauteur, en moyenne, à l'extérieur. Nous disons en moyenne, parce que ce sera pour la majeure partie de la jetée de 2 sur 1; mais ce sera de 4 sur 1 au musoir. L'inclinaison des enrochements à Cherbourg est considérable, puisqu'elle est de 9 sur 1; elle varie de 6 à 3 sur 1 à Gênes. A Cette, elle est encore de 5 sur 1, comme à Holyhead en Angleterre. A Malamocco et à Barcelone, elle n'est que de 2 sur 1. Elle n'a pas besoin d'être en général plus forte à Péluse. D'abord, la jetée y tient à la côte; et de plus, la déclivité du fond est très-faible, comme on l'a vu. Dans ces conditions, les lames sont amorties, et elles ne peuvent pas être fort dangereuses.

La jetée de l'est aurait le talus intérieur de 45° aussi; mais le talus du dehors aurait en moyenne 2 1/2 sur 1.

La maçonnerie pour les deux jetées serait nécessairement différente, puisque l'une d'elles abrite l'autre des vents dominants et des grosses mers qu'ils soulèvent.

Pour la jetée de l'ouest, le massif de maçonnerie, assis sur une couche de béton encastré de 1 mètre comme à Gênes, aurait $2^m,50$ au-dessus du niveau moyen de la Méditerranée. Il aurait 8 mètres à la base; mais il n'en aurait plus que 6 au sommet, les 2 autres mètres étant occupés par la largeur du parapet, qui aurait 3 mètres de haut. La maçonnerie aurait donc avec le parapet $5^m,50$ en tout au-dessus du niveau moyen. L'empatement des enrochements sera de 1 mètre de chaque côté.

Les dimensions de la jetée de l'est seront plus faibles. La couche de béton sous la maçonnerie restant la même, le massif aurait de largeur $4^m,50$ à la base, et 4 mètres au sommet. La hauteur serait de $2^m,50$ au-dessus du niveau moyen, correspondant à 2 mètres passés au-dessus des hautes mers.

Le musoir de l'ouest aura 50 mètres de long sur 20 de large en dedans du parapet. Ces dimensions ne nous semblent pas exagérées. Comme la jetée sera fort longue, et que la distance de la terre sera considérable, il y aura sur le terre-plain du musoir un assez grand établissement pour le phare et le gardien de feu, pour les guetteurs, pour les pilotes, pour les pieux d'amarrage, et pour mille autres

détails, si utiles aux navires qui arrivent ou qui partent. Le musoir sera relevé de $4^m,50$ au-dessus du niveau moyen, pour être bien visible et se distinguer plus loin en mer.

Le musoir de l'est n'aurait pas besoin d'avoir plus de 20 mètres de long sur 10 de large.

Des pieux d'amarrage seront établis de 100 mètres en 100 mètres sur chacune des jetées.

Les murs de quai de l'arrière-bassin seront composés : 1° d'une masse de blocs naturels, ayant 4 mètres de hauteur, et un talus, de 45° de chaque côté ; 2° d'un massif de béton, ayant 4 mètres de haut sur $2^m,50$ de large, reposant sur les blocs, avec un empâtement d'un mètre à droite et à gauche, et encaissé entre deux files de pieux et palplanches jointives ; 3° et d'un mur en maçonnerie de 2 mètres de hauteur, avec une épaisseur moyenne de 1 mètre. Le terre-plain de ces quais aura 50 mètres de largeur.

Tel est donc l'ensemble du port Saïd. Deux jetées, dont l'une à l'ouest, plus avancée, aura près d'une lieue de long ; un chenal de 400 mètres de large ; et un arrière-bassin, qui en aura le double tant en largeur qu'en longueur, conduiront au canal, et permettront aux navires du plus fort tonnage d'entrer et de sortir par tous les temps.

Nous n'hésitons pas à croire que ces travaux, établis dans les conditions qui viennent d'être indi-

quées, ne soient parfaitement stables, et qu'ils ne courent aucun risque. L'entrée, poussée jusqu'à la zône des vases, sera, selon toute apparence, à l'abri de l'envahissement des sables. Le peu de sable qui pénétrera par les plus gros temps sera très-aisement enlevé par les draguages. La vase n'est pas plus à redouter, les eaux troubles de la Méditerranée ne pouvant entrer dans le chenal qu'en refoulant le courant permanent qui vient de la mer Rouge.

On pourrait craindre que les sables mis en mouvement, le long de la plage, par la houle et les courants littoraux, ne s'accumulent à l'extérieur des digues et ne gagnent de proche en proche la tête des jetées. Mais d'abord les considérations exposées plus haut prouvent que la quantité de sable entraîné est très-faible; et avant que les sables soient parvenus à cette distance de 3500 mètres en avant de la plage, et ne puissent causer à la tête des jetées les atterrissements qu'il faudrait combattre, il se passera un temps considérable, qu'il faut peut-être déjà compter par siècles.

Cette éventualité n'a rien de redoutable. Nous pouvons en appeler, pour le prouver, à des exemples bien connus que nous avons sous les yeux. On n'a qu'à voir ce qui se passe aux jetées de Malamocco, placées, en avant des lagunes de Venise, moins avantageusement encore que les jetées du

port Saïd ne le seront dans la baie de Péluse. Construites à petits blocs de 1 mètre et demi tout au plus, elles n'ont point bougé; le profil n'a dû subir aucun changement, et tout ce qu'on a dû faire depuis douze ans, c'est d'accroître les enrochements à l'extrémité de la jetée ouest, qui est à 2200 mètres au large. Les coups de mer y sont très-forts; et les courants violents qui règnent dans le golfe n'ont fait que creuser l'entrée du chenal. Il s'est formé un banc de sable à gauche de la jetée ouest et à son origine, tandis que la profondeur d'eau a augmenté à son extrémité. Il est à présumer que c'est ce qui arrivera au port Saïd. Le chenal, loin de s'ensabler, s'approfondira à la tête des jetées par le mouvement naturel des grandes ondes venues du large. Un banc de sable se formera aussi à la gauche de la jetée ouest et à son origine; et il se passera bien du temps avant que toute la côte, vers Dibeh, puisse être ensablée. En admettant, contre toute probabilité, que l'accumulation des sables à l'extérieur des jetées soit aussi considérable qu'à Malamocco, on en combattra les effets à peu de frais soit par des dragages, soit par un prolongement progressif des jetées. Nous nous en remettons d'ailleurs à l'expérience pour indiquer quel est celui de ces deux systèmes qu'il sera préférable d'adopter.

Comme il n'y a pas de matériaux de construction

dans la baie de Péluse, nous aurons à indiquer plus loin par quel moyen on s'en procurera. Le cube des constructions sera considérable; mais les ressources seront abondantes, et d'un accès assez facile, grâce à la mer et au canal.

Nous sommes persuadés que le port établi à Saïd dans les conditions que nous venons d'indiquer satisfera largement à tous les besoins de la grande navigation. Ce port sera très-heureusement complété par un mouillage naturel d'une étendue indéfinie, abrité des vents dominants d'O. N. O., où la mer n'est jamais grosse et où la tenue est excellente. Nous croyons qu'avec de longues touées un navire pourrait sans danger passer l'hiver sur cette rade foraine; et nous désirerions que ce fait pût être mis hors de doute par une expérience directe, comme il l'a été pour Suez par l'hivernage sur rade de la corvette *la Zenobia*. Pour satisfaire à ce désir, M. Ferd. de Lesseps a demandé à S. A. le vice-roi d'envoyer une frégate égyptienne dans le golfe de Péluse pour y séjourner durant tout l'hiver prochain.

§ XI.

PORT INTÉRIEUR DE TIMSAH.

Les travaux qui devront être exécutés au lac Timsah sont naturellement moins considérables que ceux de Suez ou de Saïd. Le lac Timsah présente une surface de 2000 hectares environ, où la nature offre toutes facilités pour construire un port, qui se trouverait à égale distance à peu près des deux extrémités du canal. Le fond du lac est de 4 à 5 mètres au-dessous du niveau moyen de la Méditerranée; les eaux du Nil y arrivent, ainsi qu'on l'a dit plus haut, durant les grandes crues, par la vallée de l'Ouadée-Toumilat.

Cette heureuse disposition des lieux indique ce qu'on doit faire du lac Timsah. Elle nous impose en quelque sorte la destination que nous avons à lui donner. Le lac Timsah serait à la fois un port intérieur pour le ravitaillement ou la réparation des navires qui font la grande navigation, et le point de jonction où la navigation fluviale et purement locale viendrait se relier à celle des mers de l'Inde et de la Chine. De ces deux objets, un seul nous

occupera en ce moment : l'établissement du port intérieur, qui sera traversé par le canal maritime et qui en fera partie. Quant au second point, nous en parlerons plus tard, en traitant spécialement des canaux d'irrigation qui entrent dans la concession de la Compagnie.

Il est clair que le port intérieur de Timsah, quand le commerce du monde passera par le canal de Suez, prendra un immense développement. En arrivant de ces longs voyages de la Chine ou de l'Australie, de Calcutta ou de Java, les bâtiments, quelque solides qu'ils soient, quelque heureuse qu'ait été la traversée, auront des besoins de tout genre. Même en ne venant que de la Méditerranée, où ils ont dû trouver toutes les ressources nécessaires, il peut leur être commode de compléter leurs approvisionnements ou de les renouveler. Ne serait-ce que la facilité de faire de l'eau dans le port de Timsah, ce serait déjà un avantage considérable, puisqu'on s'éviterait au départ d'en prendre une trop forte provision. Pour l'approvisionnement en charbon de terre, l'avantage serait encore plus précieux ; car il y a lieu de penser qu'un grand nombre des bâtiments qui emprunteront le canal seront à hélice auxiliaire, surtout si l'on songe que plusieurs années nous séparent encore du moment où le canal sera terminé.

Mais il ne suffit pas que les navires puissent



trouver à Timsah de l'eau et du charbon; il faut en outre qu'ils puissent y faire toutes les réparations diverses qu'exigent les longs voyages, soit qu'on les achève, soit qu'on s'y prépare. Nous ne prétendons pas énumérer ici les établissements que comportera le port intérieur, tel que nous le comprenons; ces établissements spéciaux seront plus tard un des soins principaux de la Compagnie. Mais nous pouvons dire en général que le port de Timsah doit devenir un port de ravitaillement, de réparation et de radoub.

Il y aura donc des quais pour les opérations de chargement et de déchargement. Il faudra que ces quais soient assez développés pour que les bâtiments ne soient pas forcés d'y être amarrés par la poupe ou par l'avant comme à Marseille, et qu'ils puissent au contraire s'y accoster dans le sens de leur longueur. Nous pensons que 1000 mètres de quais seraient suffisants pour le début.

La construction la plus importante est celle d'un bassin de radoub, que la surélévation des eaux du canal de l'Ouadée permettra de remplir et de vider par une simple manœuvre d'écluse. Cette forme devra avoir au moins 120 mètres de long, sur 25 de large au minimum. Aujourd'hui, les bâtiments sont très-longs; et bien qu'on semble s'arrêter quelque peu dans cette voie, et que les limites extrêmes soient peut-être atteintes, il faut tenir

compte de l'accroissement possible des dimensions actuelles. Autrefois, le rapport du maître-bau à la longueur était de 1 à 4. Maintenant, il est de 1 à 7 ou à 8, et même à 9, pour quelques constructions exceptionnelles en Angleterre. Le bassin de radoub avec les dimensions que nous lui donnons pourra recevoir deux bâtiments ordinaires, dont les longueurs réunies ne dépasseront pas 120 mètres, beaupré rentrés. On peut même croire qu'au lieu de deux bâtiments, ce bassin pourra en tenir trois de petites dimensions, qui y seront placés selon l'importance et la durée probable des réparations.

Quant aux autres établissements qui pourraient être construits à Timsah ou ailleurs, sur le parcours du canal, tels que : ateliers de tout genre, magasins, docks, etc., nous les omettons à dessein, laissant ces détails aux soins de la Compagnie, qui sera la première intéressée à fonder ces établissements, dès qu'ils seront utiles, et qu'ils présenteront quelque chance de profit.

---

§ XII.

ÉCLAIRAGE DES COTES DE LA MER ROUGE ET DE LA MÉDITERRANÉE.

On sent qu'on ne peut convier le commerce du monde à prendre la route nouvelle qu'on veut lui ouvrir, sans lui en faciliter les abords par tous les moyens usités aujourd'hui. Aussi, notre attention s'est-elle portée sur l'éclairage des côtes, soit de la Méditerranée, soit de la mer Rouge. Les difficultés que présentent les rivages de ces deux mers sont très-différentes; mais elles méritent une égale considération.

Les auteurs de l'Avant-projet ne proposaient que deux phares : l'un sur la pointe de Damiette, pour éclairer la rade de Péluse; l'autre, à Raz-Mohammed sur la mer Rouge, point où cette mer se bifurque, Ils proposaient en outre deux fanaux à la tête des jetées à Péluse et à Suez.

Nos collègues qui sont allés en Égypte ont proposé que l'entrée de la rade de Suez fût éclairée par un feu flottant et par un phare, et que l'entrée du port le fût par un fanal, les récifs qui existent

au pourtour de la rade devant en outre être balisés ou signalés par des bouées. Ils proposaient également, pour le port Saïd, que les abords en fussent signalés par un phare d'atterrage établi sur la pointe de Damiette, et que l'entrée en fût éclairée par deux fanaux établis sur la tête des jetées.

Toutes ces dispositions, très-bonnes en elles-mêmes, pourraient suffire si l'on ne considérait que le canal tout seul. Mais il ne s'agit pas uniquement des entrées du canal; il s'agit au moins autant, et l'on peut presque dire davantage encore, des approches à une très-grande distance. En élargissant ainsi la question de l'éclairage des abords du canal, nous n'avons pas eu en vue d'indiquer un à un les phares et fanaux qu'il conviendra d'établir, mais seulement les principes qui devront servir de base à l'étude d'un projet d'ensemble pour l'éclairage nécessaire de la mer Rouge et des parages du golfe de Péluse. Il n'y a pas très-longtemps que les côtes de l'Europe, chez les nations les plus civilisées et les plus riches, sont éclairées comme il convient qu'elles le soient; sur bien des points encore l'éclairage laisse certainement beaucoup à désirer. En Orient, presque tout est à faire ; et les puissances européennes feraient bien d'user de leurs relations avec les gouvernements locaux pour provoquer quelques progrès à cet égard. Nous

reconnaissons, d'ailleurs, que le gouvernement égyptien, en particulier, vient de prendre de très-louables mesures. Il a commandé, en Europe, un appareil pour un feu de premier ordre, qu'il veut placer dans le golfe de Suez. Les passes d'Alexandrie, qui viennent d'être balisées, seront en outre éclairées bientôt.

Voici, pour notre part, les idées générales auxquelles nous nous sommes arrêtés, et que nous recommandons tant à la Compagnie qu'au gouvernement égyptien, et même au gouvernement ottoman, dont l'intervention peut être également utile.

On admet aujourd'hui, comme règle d'un bon éclairage des côtes, que les feux doivent être assez rapprochés pour qu'un navire au large puisse toujours en apercevoir deux à la fois. Dans la Manche, par exemple, c'est toujours au moins deux feux qu'on peut distinguer; et souvent même, on en distingue jusqu'à trois. Or, sur la côte africaine de la Méditerranée, il n'y a que très-peu de feux. Ainsi, de Tripoli jusqu'à Alexandrie, on n'en rencontre pas un seul; et c'est une des raisons pour lesquelles on s'éloigne toujours de ces parages dangereux. A partir d'Alexandrie, où les feux auraient grand besoin d'être complétés, jusqu'à Beyrouth, il n'y a pas non plus d'éclairage, et les navires évitent ces atterrages autant qu'ils le peuvent. Quant à la mer Rouge, le dénûment est absolu; depuis l'île

Périm, à l'entrée du golfe, jusqu'au fond, à Suez, on n'a jamais établi de feux d'aucune espèce.

Si l'on veut que la navigation fréquente les parages du golfe de Péluse, il ne suffit pas d'établir un phare à la pointe de Damiette et au port Saïd; il faut en outre, depuis la pointe du Marabout à Alexandrie, jusqu'à 20 lieues au moins à l'est de Péluse, que la côte soit parfaitement éclairée par des phares qui puissent se distinguer aisément l'un de l'autre. C'est à ce prix seulement que les navigateurs pourront fréquenter cette côte, comme ils fréquentent celles de France ou d'Angleterre. On ne saurait trop multiplier les précautions pour une côte aussi basse que celle d'Égypte, sur laquelle on arrive, même de jour, sans pouvoir encore la distinguer.

Il faut, en outre, que les phares puissent aussi pendant le jour servir de point de reconnaissance, soit par leur couleur, soit par leur forme. Ils doivent présenter des différences qui ne permettent pas l'erreur. On leur donnerait la hauteur nécessaire pour qu'on pût toujours les apercevoir de très-loin. Ce serait des à-mer très-faciles à distinguer; et ils seraient d'autant plus utiles sur cette côte, que les seuls objets qu'on y voit, en atterrissant, ne sont que des bouquets d'arbres, qui se confondent tous nécessairement les uns avec les autres.

En ce qui regarde la mer Rouge, le phare de premier ordre que le gouvernement égyptien va établir à Raz-Makab, au S. E. de la rade de Suez, et les feux de port que nous proposons d'établir à l'extrémité des jetées et à leur origine, suffiront pour la baie de Suez. Mais il y a dans la mer Rouge, soit à l'entrée, soit à la bifurcation des deux golfes, des points qui devront être nécessairement éclairés. Les officiers de marine nos collègues nous ont indiqué, entre autres, l'île Shadwan et l'île Jubal, dont les mouillages sont excellents. Nous avons déjà mentionné le Raz-Mohammed, à l'entrée du golfe de Suez proprement dit. On pourrait ajouter Djeddah, qui, se trouvant à peu près au milieu du parcours, et ayant un port très-abrité, si ce n'est très-bon, pourrait être assez fréquemment un lieu de relâche. Enfin, à l'entrée même de la mer Rouge et du détroit de Bab-el-Mandeb, on peut citer l'île Périm, qui divise ce détroit en deux passages, dont le plus grand, au S. O., n'a que 11 milles de large.

Nous croyons que la mer Rouge, éclairée sur ces points ou sur tels autres qu'on jugerait plus convenables, deviendrait plus navigable encore qu'elle ne l'est. Elle est loin de présenter tous les dangers que des imaginations trop vives y supposaient. Notre collègue M. le capitaine Harris, qui a fait soixante-dix fois la traversée d'aller et re-

tour, n'a pas hésité à déclarer que la mer Rouge, sauf sur quelques points du fond du golfe de Suez, n'était pas plus à craindre que la Méditerranée ou l'Adriatique. D'une autre part, la Compagnie péninsulaire et orientale, qui depuis seize ans passés fait le service de la malle de l'Inde et de la Chine par la mer Rouge, n'y a jamais éprouvé un seul sinistre; ses grands steamers ont pu toujours suivre, sans la moindre avarie, le large et profond chenal que cette mer présente dans son milieu. Mais, dans les prévisions d'avenir qu'on peut établir, ce ne seront pas seulement de grands steamers qui devront passer dans le golfe Arabique; ce n'est pas seulement un voyage continu et rapide qu'il s'agit de faciliter. Il faut que tous les navires marchands, d'un tonnage plus ou moins fort, qui afflueront dans la mer Rouge, puissent y trouver une navigation sûre et aisée, non pas seulement aux points extrêmes, mais encore aux points intermédiaires, et sur tous les points de la côte où il leur sera possible ou utile de s'arrêter. L'éclairage général de la mer Rouge serait donc une des premières conséquences du percement de l'isthme de Suez.

D'ailleurs, nous n'avons que faire d'insister beaucoup sur ce point. Le gouvernement égyptien vient de décider la formation d'une compagnie de cabotage à vapeur sur la mer Rouge. Pour la question spéciale qui nous occupe en ce moment, il est de

toute évidence que cette entreprise aura les résultats les plus favorables. Le cabotage ne pourra s'exercer fructueusement qu'à la condition de rendre d'un abord très-facile tous les ports et tous les points de la côte. Nous pouvons donc nous en fier et à l'intérêt de la Compagnie de cabotage, qui ne voudra point risquer l'existence de ses steamers, et aux soins du gouvernement égyptien.

La Compagnie de Suez s'entendra avec les États riverains, et ce qui devra rendre ces négociations plus simples, c'est que toutes ces constructions, utiles comme elles le seront aux navigateurs, devront être en partie payées par eux et par les droits de feux qu'ils acquitteront. C'est ce que la Compagnie des Indes orientales a fait dans l'Hougly. Comme cette entrée du Gange est très-difficile, et qu'il n'a pas été possible d'y construire encore un phare permanent, la Compagnie y a établi une corvette qui jette des feux de Bengale tous les quarts d'heure et des fusées toutes les demi-heures, afin que les bâtiments se dirigent dessus. La Compagnie a de plus organisé un corps de pilotes, dont le service, parfaitement régulier, est rétribué par de très-hauts salaires. Le commerce paye également au détroit de Malacca le phare que le gouvernement anglais y a fait établir depuis peu. La Compagnie universelle du canal de Suez pourrait suivre cet excellent exemple, soit à l'entrée du détroit de

Bab-el-Mandeb, soit au Raz-Mohammed, soit à Suez, soit à Saïd. Elle pourrait aussi, dans peu de temps sans doute, emprunter pour la mer Rouge les pilotes expérimentés que le cabotage à vapeur ne manquera pas de former.

En résumant ce qui concerne l'éclairage des abords du canal, vers l'une et l'autre de ses extrémités, nous demandons d'une manière toute générale que les côtes de l'Égypte et de la mer Rouge soient éclairées de façon que la navigation n'ait aucun danger à y courir.

§ XIII.

DES BACS SUR LE CANAL.

Après toutes les questions qui précèdent, il en est une dernière qu'il ne faut pas oublier, quoiqu'elle soit beaucoup moins importante ; c'est celle des bacs, qui n'ont point été compris dans l'Avant-projet, sans doute parce qu'ils n'exigent qu'une dépense insignifiante par rapport au reste de l'entreprise. Nous croyons devoir en faire mention, afin de ne rien omettre de ce qui peut être prévu dans l'exécution des travaux. Il y aura quatre bacs, qui dès à présent peuvent être regardés comme indispensables. D'abord, il en faut deux pour les deux routes qui, vers le lac Menzaleh, conduisent d'Égypte en Syrie. Ces chemins ont dès longtemps été adoptés par les caravanes, et il faut les leur conserver, au moyen de bacs qu'elles puissent prendre aisément, sans trop de retard ni trop de frais. Une considération analogue doit faire établir un troisième bac au nord du golfe de Suez. La grande caravane qui se rend à la Mecque prend d'ordinaire cette route. C'est

la majorité des pèlerins qui l'emprunte en s'y rendant à pied; c'est le plus petit nombre qui s'embarque à Suez, pour aller par mer jusqu'à Djeddah, et qui revient par la même voie. Il est à présumer que, quand le cabotage régulier sera établi dans la mer Rouge, les pèlerins préféreront de beaucoup les steamers commodes de la Compagnie au chemin de terre, qui est toujours excessivement pénible dans les conditions où l'on est obligé de le faire. Mais indépendamment de la caravane, qui ne renoncera jamais tout entière à la voie de terre, il est bon que la ville de Suez puisse toujours communiquer facilement avec l'Asie. Enfin, nous pensons qu'un quatrième bac devrait être établi au lac Timsah, qui deviendra un centre de population par suite des travaux qui y seront établis. Il faudra alors que l'on puisse communiquer avec toute facilité d'une rive à l'autre, et l'on peut dès à présent prévoir la nécessité du service d'un bac sur ce point.

Les traversées des quatre bacs que nous venons d'indiquer seront combinées de manière à ne gêner en rien la libre circulation des bâtiments.

§ XIV.

TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE.

L'Avant-projet n'a pas mentionné non plus l'établissement d'un télégraphe électrique ; c'était sans doute à l'article des dépenses imprévues que les ingénieurs auraient porté les frais de cet établissement indispensable. Il nous paraît qu'il est mieux de prévoir dès à présent le coût de ce moyen de service, dont on ne pourrait point se passer. Cette dépense ne serait pas d'ailleurs très-considérable, puisqu'elle se monte à peu près à 250 fr. par kilomètre, tout compris. Il faudrait y ajouter, pour les appareils de transmission, à peu près 500 fr. par station. Il est clair du reste que ce serait une dépense productive. Le télégraphe électrique construit en même temps que le canal, et prêt à fonctionner aussi à la même époque, pourrait rendre de grands services, soit au commerce, soit à la navigation, indépendamment des services qu'il rendrait à l'administration de la Compagnie elle-

même. On peut être assuré que le télégraphe électrique du canal de Suez aurait bientôt rendu ce qu'il coûterait, soit de frais d'entretien, soit de frais de premier établissement.

§ XV.

CANAL FLUVIATILE DE JONCTION ET D'IRRIGATION.

Le canal dérivé du Nil qui se rejoindra au grand canal maritime est une partie essentielle du projet qui nous occupe.

On comprend d'abord qu'un canal d'eau douce est absolument indispensable pour que les travaux du canal maritime puissent s'exécuter. En second lieu, ce canal de navigation sera d'une immense utilité pour l'Égypte et pour la Compagnie, en permettant l'irrigation d'une vaste étendue de terrains. Enfin, il mettra le pays entier et le système hydraulique qui le parcourt en communication avec le grand mouvement de navigation qui se fera sur la frontière, de Suez à Saïd.

La Commission internationale ne peut donc qu'approuver en principe ce canal, qui est d'ailleurs une des conditions de la concession faite par S. A. le vice-roi à la Compagnie universelle, avec les deux dérivations, qui, à partir du lac Timsah, se dirigeront l'une au nord et l'autre au sud, parallèlement au canal des deux mers.

Nous pensons, en outre, avec les auteurs de l'Avant-projet, que le canal de communication doit présenter une section assez grande pour admettre toutes les barques et les bateaux à vapeur qui naviguent sur le Nil, afin que la navigation intérieure puisse aboutir de tous les points de l'Égypte au port de Timsah, sans avoir les embarras d'un transbordement. Le volume d'eau à fournir à ce canal doit être assez considérable pour que, déduction faite des pertes par l'évaporation, les filtrations et le travail des écluses, il reste encore suffisamment d'eau pour l'irrigation de 100.000 feddans (40.000 hectares) pendant l'hiver, et de 60.000 feddans (24.000 hectares) pendant l'été. Le niveau des eaux doit être maintenu à la hauteur la plus favorable pour l'irrigation naturelle des immenses terrains qui se trouvent dans l'isthme, et qui restent actuellement stériles faute d'eau, après avoir été féconds pendant des siècles.

Pour satisfaire aux conditions que nous venons d'indiquer, les auteurs de l'Avant-projet proposent d'établir la prise d'eau à Kasr-el-Nil, un peu au-dessus de Boulack, à l'embouchure du Kalidj-Zafranieh, et d'emprunter le cours du Kalidj jusqu'au point où il va se confondre, au nord du Caire, avec le Kalidj-Manieh, l'ancien canal de Trajan et d'Amrou. Le canal Zafranieh a été creusé en 1837, sous Méhémet-Ali, dans des dimensions à peu près

pareilles à celles du nouveau canal, jusqu'à Tell-el-Ioudieh. Au delà, les dimensions sont moindres jusqu'à Belbeis. Le canal de jonction quitterait le Kalidj à la hauteur à peu près d'Abouzabel, où était l'ancienne école de médecine, et il s'avancerait ensuite au nord-est jusqu'à Ras-el-Ouadée (la Tête de la vallée), le Pithoum de la Bible, où l'on trouve des restes d'anciens canaux, qu'on pourrait utiliser. C'est là que commence à proprement parler l'Ouadée-Toumilat. Il y aurait ensuite peu de dépenses à faire pour compléter la ligne jusqu'à Timsah, la nature ayant fait déjà cette vaste dépression qui amène bien souvent les eaux du Nil dans le lac. En amont de l'écluse qui joindra le canal au lac, il y aurait une rigole d'irrigation qui se rendrait à Suez, et une conduite d'eau sur Saïd. Le canal aurait 25 mètres de largeur sur 2 mètres de profondeur à l'étiage. Pour la rigole d'irrigation, la profondeur serait de $1^{m},60$, et la largeur de 20 mètres sur le premier tiers du parcours, 15 sur le second, et 10 sur le dernier. Tel est le plan des ingénieurs de S. A. le vice-roi.

On pourrait trouver à première vue qu'il vaudrait mieux emprunter le canal de Zagazig, qui va directement de cette ville, l'ancienne Bubaste, à la tête de l'Ouadée. Le canal de dérivation serait alors beaucoup plus simple, et il courrait de l'ouest à l'est, en droite ligne à peu près, de Zagazig à Tim-

sah. Pour en assurer l'alimentation en tout temps, on mettrait le plafond à 2 mètres au-dessous de l'étiage. Dans cette donnée, qui est celle de tous les canaux séfis, on aurait quelques précautions à prendre pour maintenir la section normale du canal, et pour l'empêcher de s'obstruer à la prise d'eau dans le fleuve.

Les auteurs de l'Avant-projet ont repoussé ce système en invoquant le témoignage des faits et leur longue expérience.

Il leur paraît impossible de conserver en bon état un canal dont le plafond serait au-dessous de l'étiage, à moins de dépenses énormes; et même, avec ces dépenses, ne serait-on pas assuré d'atteindre le but. Dans tous les canaux qu'on a essayé de creuser au-dessous de l'étiage, et surtout sur les bords du désert, le Ghattat-Bey, par exemple, on rencontre toujours, vers la hauteur de l'étiage, une couche de sables coulants, comme à Mastéroud, sur le Zafranieh. C'est là une difficulté immense, et une cause de frais, dont il est difficile de se rendre compte. Sans même vouloir obtenir des profondeurs considérables, 0^m,50, par exemple, au-dessous de l'étiage, il faut des curages annuels vraiment effrayants. Ainsi, dans le Ghattat-Bey, il faut chaque année de 30 à 40.000 hommes pendant un mois pour nettoyer la prise d'eau; il en faut de 20 à 30.000 dans le Chibin; 15 à 20.000 pour le Chercaouieh. On a

dû renoncer à curer le Moëze. Pour distraire des travaux ordinaires de culture un nombre si considérable de bras, il faut une absolue nécessité; car on fait grand tort au pays; et c'est là un très-grave embarras, qu'il faut éviter, si l'on peut. Aussi Méhémet-Ali a-t-il construit le barrage dans cette supposition qu'il se relierait à des canaux placés à deux mètres au-dessus de l'étiage. D'une manière générale, et sauf des cas très-spéciaux, on a maintenant renoncé en Égypte aux canaux séfis, c'est-à-dire placés au-dessous du niveau des basses eaux.

Si le canal avait deux mètres au-dessous de l'étiage, ce qui serait nécessaire dans le tracé proposé, Zagazig étant à 7 mètres environ au-dessus de Suez, le premier bief de 34 kilomètres de long serait encombré chaque année de 225.000 mètres cubes de sable. En comptant qu'une dragne puisse enlever 500 mètres cubes par jour, il faudrait huit dragues fonctionnant pendant deux mois à peu près pour le curage. La navigation, si elle n'était pas interrompue, en serait tout au moins fort gênée. Si l'on négligeait par hasard ces soins incessants, on sait, par le Mahmoudieh, quels obstacles on prépare d'abord à la circulation; et ensuite, au prix de quels travaux, sans parler d'un chômage inévitable, on peut nettoyer un canal ainsi encombré. Il est vrai que, dans la nouvelle réparation faite au mois

d'avril dernier, on a baissé le plafond du Mahmoudieh au-dessous de l'étiage. Mais ce canal, destiné à l'alimentation d'Alexandrie, est dans des conditions tout exceptionnelles ; et, pour les services essentiels qu'il doit rendre, on n'a cru devoir reculer devant aucun sacrifice.

Les ingénieurs de S. A. le vice-roi ajoutent d'autres considérations.

En mettant la prise d'eau à Zagazig, il faudrait approfondir beaucoup les écluses existantes. Il faudrait démolir sept ponts qui seraient sur le premier bief, et qui ont tous leur radier au niveau de l'étiage. Il faudrait même élargir le canal actuel, qui serait approfondi de deux mètres. Ces changements, déjà difficiles et coûteux, ne seraient pas les seuls. Il faudrait un épi pour ramener les eaux du Nil vers la tête du canal; et l'on s'exposerait alors à des affouillements très-dangereux, comme le prouve ce qui est arrivé à Benha, lorsque le prédécesseur de S. A. Mohammed-Saïd, Abbas-Pacha, voulut refouler par des travaux de ce genre les eaux du fleuve vers son palais.

D'un autre côté, on peut aisément emprunter le cours du Khalidj Zafranieh, qui n'est pas employé à l'arrosage des terres dans toute la partie dont on se servirait. Mais il n'en est pas de même pour le canal de Zagazig; et là, on rencontrerait cette double difficulté d'avoir à traiter avec les riverains,

d'abord pour les terrains qu'il faudrait leur prendre, et ensuite pour les eaux d'arrosage qu'il faudrait leur assurer. Or, en Égypte, il n'y a pas de loi d'expropriation pour cause d'utilité publique; et les arrangements avec les détenteurs du sol seraient toujours hérissés de contestations. Puis, les eaux qu'on leur laisserait diminueraient de beaucoup la quantité dont la Compagnie aurait elle-même besoin pour ses propres terrains.

En outre, la capitale de l'Égypte, le Caire, ville qui a 300,000 habitants, ne serait point en communication directe avec le canal maritime; et ce serait là un très-grand désavantage, non pas seulement pour le Caire, mais on peut dire pour le pays entier, puisque tous les produits qui arrivent par le Nil, soit en amont, soit en aval, auraient à subir des retards.

Enfin, le gouvernement égyptien s'est chargé d'exécuter à forfait le canal de jonction et d'irrigation d'après les évaluations portées dans l'Avant-projet. Il est peu probable qu'à la place de ce projet, il consentît à se charger d'un autre travail qui, sans aucun doute, serait beaucoup plus coûteux, avec tous les travaux d'art qu'il entraînerait.

Quelques-unes de ces considérations, la dernière surtout, ont frappé la Commission; et elle s'en remet pour les dispositions du canal de jonc-

tion à l'appréciation des ingénieurs qui auront à le faire.

Indépendamment des relations que le canal de jonction et d'irrigation établira entre l'Égypte et le canal maritime, et des services qu'il rendra pendant l'exécution des travaux, on ne peut méconnaître l'immense avantage que présentera la culture des terrains avoisinants. Sans cette culture, le canal maritime resterait toujours dans le désert. Les vivres frais dont les bâtiments auront tant besoin à leur passage seraient bien plus difficiles à se procurer, puisqu'il faudrait toujours les faire venir de loin, à très-haut prix. Au contraire, quand les terrains seront mis en culture, il se formera, dans ces lieux aujourd'hui déserts, des centres de population qui fourniront au ravitaillement des navires toutes les ressources d'un pays fertile. En prévoyant un tel avenir, on n'a point à craindre de se faire une trop flatteuse illusion. Toutes ces contrées portent encore, à l'heure qu'il est, les traces les plus nombreuses et les plus irrécusables du séjour des hommes. La Bible nous atteste également que de grands faits historiques s'y sont passés. Il suffit donc, pour rendre cette terre à son antique fertilité, d'y ramener les eaux qui jadis l'ont fécondée, et qui ne lui ont manqué que par l'incurie ou par le malheur des temps.

DEUXIÈME PARTIE.

§ XVI.

DÉTAILS DU TRACÉ.

Nous avons dit plus haut quels ont été les motifs qui nous ont fait modifier le tracé de l'Avant-projet, et comment, en l'adoptant dans la plus grande portion du parcours, nous avions dû faire infléchir le canal de 28 kilomètres et 1/2 à l'ouest, pour son embouchure dans la Méditerranée. Nous devons donner ici le tableau détaillé des alignements et des courbes dont ce tracé se composera. Les deux entrées seront, à Suez et à Saïd, telles que nous les avons décrites, alignées transversalement au lit des vents dominants. Elles seront assez larges pour qu'en tout temps les manœuvres soient faciles, même pour les plus grands bâtiments. Sur la ligne du canal, la courbe la plus nettement prononcée sera, dans les terrains qui précèdent les Lacs-Amers, au sud. Arrivant en droite ligne de Suez, le canal

s'infléchira d'une manière assez notable en ce lieu. Il traversera ensuite directement les Lacs-Amers; et après quelques inflexions peu sensibles, il reprendra la ligne droite à El-Guisr, pour ne plus la quitter jusqu'à Saïd. Dans l'intérêt de la navigation, il était nécessaire d'éviter les sinuosités et de n'admettre que des courbes à grand rayon: C'est ce que la disposition naturelle du terrain nous a permis de faire, ainsi que le prouve le tableau suivant :

TABLEAU

DES ALIGNEMENTS, ANGLES, LIGNES DROITES ET COURBES DU CANAL MARITIME.

NUMÉROS des piquets.	INDICATIONS.	LONGUEUR entre les angles.	LONGUEUR des tangentes.	LONGUEUR des droites.	LONGUEUR des courbes.	RAYONS.
	De la mer à la naissance de la première courbe	3842,00	»	3242,30	»	»
	» »	»	599,70	»	»	»
12	Angle I. 169°,28',00"	»	»	»	1194,97	6500
	» »	»	599,70	»	»	»
	2e Alignement. — Du fond du golfe au petit bassin	24147,70	»	20180,00	»	»
	» »	»	3368,00	»	»	»
74	Angle II. 138°,01',00".	»	»	»	6225,19	8500
	» »	»	3368,00	»	»	»
	3e Alignement.— Dans le petit bassin.	8154,46	»	1491,45	»	»
	» »	»	3295,00	»	»	»
94	Angle III. 147°,08',40".	»	»	»	6018,04	10500
	» »	»	3295,00	»	»	»
	4e Alignement.— Fin du petit bassin.	7430,00	»	2084,00	»	»
	» »	»	2051,00	»	»	»
118	Angle IV. 152°,45'00".	»	»	»	3804,82	8000
	» »	»	2051,00	»	»	»
	5e Alignement. — Grand bassin . . .	13044,35	»	8456,85	»	»
	» »	»	2536,50	»	»	»
145	Angle V. 129°,04',20".	»	»	»	4444,29	5000
	» »	»	2536,50	»	»	»
	6e Alignement. — Grand bassin . . .	10969,50	»	5049,00	»	»
	» »	»	3384,00	»	»	»
173	Angle VI. 148°,30',00".	»	»	»	6597,36	12000
	» »	»	3384,00	»	»	»
	7e Alignement —Seuil du Sérapéum.	6379,50	»	985,20	»	»
	» »	»	2010,30	»	»	»
189	Angle VII. 164°,44',00"	»	»	»	3996,81	15000
	» »	»	2010,30	»	»	»
	8e Alignement. — Cheik Ennédek . .	5790,30	»	1805,60	»	»
	» »	»	1974,40	»	»	»
203	Angle VIII. 157°,40',00".	»	»	»	3697,91	10000
	» »	»	1974,40	»	»	»
	9e Alignement.— Du lac Timsah . .	13320,35	»	9329,45	»	»
	» »	»	2016,50	»	»	»
237	Angle IX. 157°,12',08"	»	»	»	3879,36	10000
	» »	»	2016,50	»	»	»
	10e Alignement.— Seuil de Ferdanne	10848,70	»	6762,20	»	»
	» »	»	2070,00	»	»	»
264	Angle X. 156°,45',00".	»	»	»	4067,07	10000
	» »	»	2070,00	»	»	»
	11e Alignement. — A la Méditerranée.	44030,00	»	41430,00	»	»
	TOTAUX	147956,85	46610,80	100816,05	44215,82	»

Le 11e Alignem. passe à 28 500m à l'O. de Péluse

Quant à ce qui regarde les profils en travers, on en a fait surtout dans les parties du terrain qui présentaient des ondulations; et on les a poussés quelquefois jusqu'à 4000 mètres de chaque côté du canal, afin d'arriver à connaître les points où l'excavation serait la plus favorable. C'est par des recherches de cet ordre que l'on est parvenu à trouver le profil en long du canal le plus économique possible. Sans avoir à ménager nécessairement la dépense, partout où elle est requise pour la perfection des travaux, il importe cependant de ne point la prodiguer là où elle ne serait point utile; et nous nous sommes guidés par ces considérations pour les lignes que nous avons choisies et définitivement adoptées.

On a pu voir par les détails qui précèdent qu'en général nous avons été d'accord avec les auteurs de l'Avant-projet, et que, sauf la modification de tracé dans le lac Menzaleh, nous avons adopté le profil en long et le profil en travers qu'ils avaient proposé, en réduisant seulement la largeur du canal à des proportions qui nous ont paru plus convenables, et qui en outre avaient l'avantage d'être moins coûteuses. Cette modification du dernier alignement était la conséquence du déplacement du débouché du canal dans le golfe de Péluse; et les sondages récents qui l'ont déterminée n'avaient pu servir de guides aux auteurs de l'Avant-projet.

Il serait d'ailleurs bien inutile d'énumérer en détail tous les profils en travers du terrain; et nous nous sommes bornés à donner uniquement le profil du canal. Les plans annexés à ce rapport offrent ce profil pour les jetées tant à Suez qu'à Péluse; et pour le parcours lui-même, ce que nous en avons dit, dans les diverses parties de ce rapport, suffit pour qu'on puisse s'en rendre compte très-clairement.

§ XVII.

AVANT-MÉTRÉ.

L'avant-métré des divers ouvrages à exécuter pour la construction du canal maritime a été établi exactement par les ingénieurs de S. A. le vice-roi, qui seront chargés de l'exécution des travaux, d'après les dimensions indiquées plus haut dans la partie descriptive de ce rapport, et conformément aux plans qui y sont annexés.

Les terrassements ont été divisés en deux parties :

La première comprend tous les déblais qu'on pourra faire à la main;

La seconde, ceux qui devront être exécutés à la drague.

On s'est basé, pour faire cette division, sur les sondages qui ont été exécutés dans l'isthme, et dont le tableau complet est annexé au présent rapport. On a placé dans la seconde catégorie tous les terrains situés au-dessous des points où l'on a rencontré l'eau. Il est probable qu'une assez bonne

partie de ces terrains pourront être excavés sans le secours de la drague. Mais il a paru plus prudent de les comprendre dans la partie la plus difficile du travail, afin que la dépense réelle se trouve plutôt inférieure que supérieure à la dépense prévue.

Pour faciliter et simplifier le calcul des terrassements, sans rien enlever à l'exactitude définitive des résultats pris dans leur ensemble, on a supposé partout le terrain horizontal dans la ligne de chaque profil en travers. On a calculé chaque surface de profil de dix en dix centimètres, à partir de 1 mètre de hauteur de tranchée; et lorsque les profondeurs à excaver ne correspondaient pas exactement à un multiple de décimètre, on a pris le profil le plus rapproché.

Ailleurs, il a fallu recourir à d'autres méthodes.

Dans la traversée des Lacs-Amers, à partir du profil n° 100 jusqu'au n° 158, comme le terrain est tantôt plus bas, tantôt plus élevé que le plafond du canal, on a pris une cote moyenne, qui est de 1^{m},55; et on a calculé le déblai d'après le profil qui correspond à cette cote.

On a ajouté les déblais provenant de l'enlèvement de 26 dunes, qui ne figurent pas dans le profil en long, et dont le cube est de 241.511$^{m.c.}$

Enfin, on a mis dans les terrassements du canal l'excavation qu'on devra faire pour ménager une

gare de 500 mètres de longueur entre le port Saïd et le port Timsah.

Le cube total des terrassements pour le canal proprement dit s'élève ainsi à 96.177.926$^{mc.}$

Quant aux déblais à faire, soit pour l'établissement des jetées, soit pour les arrière-bassins, nous avons cru devoir les faire figurer à part, parce qu'ils doivent être exécutés entièrement par des machines, et dans des conditions différentes des draguages nécessaires pour le canal. Ces draguages s'élèvent au chiffre suivant, savoir :

Pour le port de Suez, à.	3.800.000$^{mc.}$
Pour le port Timsah, à.	900.000
Pour le port Saïd, à	3.600.000
TOTAL.	8.300.000$^{mc.}$

Au port de Suez et au port Saïd, une partie des déblais serait portée en mer.

Pour connaître, aussi approximativement que possible, quels sont les déblais du canal qui pourront être enlevés à sec, on s'est réglé, comme on vient de le dire, sur la cote de l'eau trouvée dans chaque sondage. On en a tiré une cote moyenne qui est de 3^{m},87 au-dessous de la ligne d'eau du canal; on a porté cette cote à 4 mètres, et l'on a fait un profil sur ce chiffre rond. Tout ce qui est au-dessus est estimé devoir être enlevé à la main ; ce qui est au-dessous sera excavé par

les dragues. Par cette méthode, on a trouvé que la partie qui devait être enlevée à sec formait une masse de 46.000.000$^{mc.}$, c'est-à-dire un peu moins de moitié du déblai total; et la portion à draguer sous l'eau, 50.177.926$^{mc.}$ Ce sont là des chiffres maximum; car on n'a pas tenu compte du raccourcissement produit en certains endroits par les courbes, dans la longueur de la ligne; et l'on a établi les calculs suivant les alignements droits, comme si la ligne du canal devait suivre tous les angles du tracé.

§ XVIII.

ANALYSE DES PRIX.

La fixation des prix de chaque sorte d'ouvrage est une affaire d'expérience, et dépend des localités où les travaux s'exécutent. La Commission ne pouvait donc ni l'établir ni la contester. Elle a chargé en conséquence l'un des ingénieurs de S. A. le vice-roi, M. Mougel-Bey, de faire ce travail, d'après la longue pratique acquise par lui dans les grands chantiers qu'il a dirigés en Égypte. C'est ce travail que la Commission a adopté, et qui est joint à son rapport.

On remarquera qu'il y a deux prix différents pour les enrochements qui seront employés au port Saïd. La Commission a pensé, en effet, qu'on devrait commencer les jetées de ce port avec les matériaux provenant des îles voisines et de la côte d'Asie, en attendant que la communication directe et facile fût établie avec Suez et les carrières de l'Attaka. Cette communication ne pourra guère avoir lieu que vers la fin de la quatrième année. A cette époque, tous les travaux de Suez seront finis;

et l'on pourra dès lors appliquer tout le produit des carrières exploitées sur ce point à l'achèvement des travaux du port Saïd. Nous avons supposé qu'il y aurait une moitié du travail exécutée avec les matériaux du dehors; et l'autre moitié, avec les matériaux de l'Attaka.

Les prix portés dans l'Avant-projet des ingénieurs de S. A. le vice-roi, ont dû subir encore d'autres modifications. Nous n'entrerons point ici dans les détails qu'on trouvera ailleurs. Mais il est cependant une modification assez importante que nous devons signaler. Les auteurs de l'Avant-projet avaient porté à 3 centimes par tonne et par kilomètre le prix du transport des matériaux. Il s'est trouvé, depuis, qu'une des maisons les plus honorables et les plus puissantes de Paris, qui s'occupe de ces sortes de travaux, a proposé d'entreprendre ce transport à un centime et demi au lieu de trois. Les frais de transport seraient ainsi réduits de moitié; et cette économie ne laisse pas que d'être considérable.

Il ne faut pas perdre de vue, dans l'analyse des prix, un fait essentiel qui domine toute cette question spéciale. C'est le règlement concernant les ouvriers fellahs qu'emploiera la Compagnie universelle de Suez. Comme les ouvriers indigènes doivent composer au moins les quatre cinquièmes de la totalité des ouvriers appliqués à ces travaux, si

l'on s'en tient au règlement, et que, dans la réalité, ils en composeront sans doute les neuf dixièmes, il importait, pour le calcul du prix de la main-d'œuvre, d'arrêter formellement les conditions auxquelles ces ouvriers, qui seront très-nombreux, pourront être employés. C'est à quoi répond le décret du 20 juillet 1856.

Pour bien comprendre la pensée de ce décret, il faut se reporter d'abord à l'acte de concession même. Cet acte contient l'assurance implicite que la Compagnie universelle aura à sa disposition tous les ouvriers, quel qu'en soit le nombre, qui seront nécessaires à l'exécution de son entreprise.

L'article 2 fixe, ainsi que nous venons de le rappeler, la proportion minima des ouvriers du pays qui seront toujours occupés dans les travaux.

L'article 22 promet à la Compagnie le loyal et entier concours du gouvernement et de ses fonctionnaires. Il met à la disposition de la Compagnie les deux principaux ingénieurs de S. A. le vice-roi, qui seront chargés de la conduite des travaux, de la surveillance des ouvriers, et de l'exécution des règlements relatifs à la mise en œuvre.

L'application pratique et la détermination des conditions et clauses attachées à l'acte de concession restaient pour la Compagnie un de ses intérêts les plus essentiels, et la garantie la plus solide de l'achèvement de prompts et économiques tra-

vaux. Il s'agissait pour elle d'être assurée qu'elle ne manquerait jamais d'un nombre suffisant d'ouvriers vigoureux et acclimatés, qu'on pourrait toujours distraire des travaux de l'agriculture, sans dommage pour le pays, et qu'il y aurait un maximum du prix des salaires, sur lequel se réglerait le devis des dépenses, que nous sommes appelés à fixer définitivement.

Grâce à ce décret, la Compagnie sera désormais certaine d'avoir sous la main tous les ouvriers que réclameront les travaux, sans provoquer ces grands déplacements d'ouvriers européens, dans lesquels on signalait tout ensemble une difficulté matérielle et un inconvénient politique.

Dans l'intérêt de la Compagnie universelle, le taux des salaires sera inférieur des deux tiers à ce qu'exigent les entreprises similaires en Europe; dans l'intérêt des ouvriers égyptiens, le salaire excédera de plus d'un tiers le prix moyen de la paye qu'ils ont jusqu'à présent obtenue dans leur pays.

Indépendamment du salaire en espèces, des abris salubres et la nourriture sont garantis aux ouvriers. On leur assure en outre tous les secours gratuits de l'art médical en cas de maladie ou de blessures, avec une indemnité journalière équivalant à la moitié de la paye.

Ces mesures, qui font le plus grand honneur à

l'humanité du gouvernement égyptien, auront, en ce qui concerne les devis des travaux du canal, l'avantage de nous donner une base tout à fait précise et parfaitement immuable. Elles affranchissent nos évaluations des deux causes d'erreur les plus habituelles dans la fixation de la dépense d'un grand travail : le manque de bras, et le renchérissement de la main-d'œuvre.

§ XIX.

ESTIMATION DE LA DÉPENSE.

L'estimation de la dépense des travaux de tout genre pour le percement de l'isthme de Suez, détaillée dans les états annexés à ce Mémoire, se résume par articles et par nature d'ouvrages, ainsi qu'on le verra dans le tableau qui suit. Cette analyse a été faite avec le plus grand soin par M. Mougel-Bey, l'un des ingénieurs de S. A. le vice-roi. La Commission internationale, après s'être assurée qu'il n'y avait aucune omission ni aucune erreur dans les calculs de M. Mougel-Bey, y a donné son approbation. Cet ingénieur, qui réside depuis longues années en Égypte, a l'avantage de l'expérience, puisqu'il a dirigé pendant vingt ans de grands travaux publics en ce pays. C'est une garantie qui nous a semblé fort utile; et les appréciations de M. Mougel-Bey doivent se rapprocher autant que possible de la réalité. C'est de plus une coïncidence heureuse qu'il soit un des ingénieurs qui seront chargés de l'exécution et de la conduite des travaux du canal maritime.

DÉSIGNATION DES TRAVAUX		QUANTITÉS.	PRIX DE L'UNITÉ.	PRODUITS.	DÉPENSES PAR ARTICLES.
PAR ARTICLES	PAR NATURE.				
			f. c.		
1° Canal des deux mers.	Déblais à sec	46 000 000	0 67	30 820 000	85 368 838
	Déblais sous l'eau	50 177 926	1 00	50 177 926	
	Enrochements des berges et des banquettes.	496 364	8 00	3 970 912	
	Fixation des dunes.	»	»	300 000	
	Bacs	»	»	100 000	
2° Canal de l'Ouadée.	Travaux à forfait sur l'évaluation de l'Avant-projet, exécutés par S. A. le vice-roi	»	»	»	9 000 000
3° Port de Saïd.	Embarcadère et port provisoire	»	»	850 000	21 059 075
	Dragage du port.	3 600 000	1 25	4 500 000	
	Enrochements en blocs perdus.	834 000	14 40	12 019 622	
	Couche de béton sur l'enrochement.	39 935	13 84	552 700	
	Maçonnerie de moellons.	102 606	18 91	1 940 280	
	Revêtement en pierres de taille.	18 217	24 66	449 231	
	Parapet sur la jetée ouest.	3 500	123 18	431 130	
	Quais de l'arrière-bassin.	800	395 14	316 112	
4° Port du Timsah.	Dragage du port	900 000	1 25	1 125 000	1 589 120
	Quais	1 000	464 12	464 120	
5° Port de Suez.	Dragage du port et de ses abords.	3 800 000	1 25	4 750 000	8 649 562
	Enrochements en blocs perdus.	221 503	6 25	1 384 393	
	Couche de béton sur l'enrochement	24 870	13 84	344 200	
	Maçonnerie de moellons	93 032	14 36	1 335 939	
	Revêtement en pierres de taille	18 391	19 71	362 486	
	Parapet sur la jetée ouest	2 000	19 78	39 560	
	Quais de l'arrière-bassin.	800	395 14	432 984	
6° Travaux divers.	Phares, feux de port, fanaux	»	»	235 000	2 335 000
	Matériel des carrières, outils, etc.	»	»	600 000	
	Magasins, bâtiments, hôpitaux, etc.	»	»	1 500 000	
	TOTAL des travaux de construction des canaux				128 001 595
7° Travaux accessoires.	Fixation des dunes			1 200 000	15 850 000
	Mise en culture des terres concédées			8 000 000	
	Télégraphe électrique			150 000	
	Matériel de touage à vapeur			3 000 000	
	Bassin de radoub et atelier de réparations			3 500 000	
	TOTAL de la dépense prévue				143 851 595

La dépense prévue au devis, y compris 15.850.000 francs pour des travaux accessoires de nature à augmenter les bénéfices de l'entreprise, s'élève donc à la somme de. . . 143.851.595 fr.

A ce chiffre, il faut ajouter, pour avoir la dépense réelle :	
1° Les frais d'administration, évalués à 2 1/2 p. 100 du capital.	3.578.164
2° Une somme à valoir pour omissions et accidents, estimée à environ 10 p. 100 de la dépense prévue.	14.570.241
Total général de la dépense des travaux.	*162.000.000 fr.

En évaluant à 2 1/2 p. 100 du capital les frais d'administration, nous avons suivi l'usage adopté en Europe. Si, d'une part, les traitements des employés supérieurs sont plus élevés en Égypte, d'autre part, le salaire des employés subalternes et des ouvriers le sont beaucoup moins. Nous avons dès lors admis, après les auteurs de l'Avant-projet, qu'il y aura compensation.

En portant à 10 p. 100 de la dépense prévue le chiffre des omissions et accidents, nous croyons avoir fait une part très-large aux éventualités. La simplicité des dispositions du projet rend impossible toute omission importante; un canal à creuser,

à travers un terrain bien connu et des plus favorables, des jetées à construire sur des plages où la mer n'est jamais grosse, sont des travaux qui, par leur nature même, ne comportent pas d'accidents graves. La seule partie des travaux qui ouvrait une marge à l'imprévu, le canal de jonction et d'irrigation, doit être exécutée à forfait par le gouvernement égyptien pour une somme fixe de 9 millions.

Le total général de la dépense pour les travaux du canal des deux mers et pour tous les ouvrages accessoires qui s'y rattachent s'élève ainsi à 162 millions. Il reste donc pour atteindre le chiffre du capital social, fixé à 200 millions, une somme de 38 millions destinée :

1° A servir pendant l'exécution des travaux les intérêts à 5 p. 100 du capital versé;

2° A former ultérieurement des établissements accessoires, destinés à augmenter les bénéfices de la Compagnie.

Pour calculer le chiffre des intérêts à payer aux actionnaires jusqu'au moment où l'entreprise produira un bénéfice, il faudrait prévoir les dépenses et les revenus annuels pendant la durée des travaux. Ces prévisions à long terme n'admettant pas des détails plus précis que ceux qui ont été donnés dans l'Avant-projet, nous estimons en grand que le service des intérêts du capital versé, déduction

faite des revenus, absorbera la moitié environ des 38 millions restés disponibles.

Cette évaluation générale des dépenses du projet ne sera vraisemblablement pas dépassée ; elle est justifiée dans le devis détaillé des dépenses, dressé par M. Mougel-Bey, et approuvé par la Commission.

Ce devis annexé à notre rapport se partage en neuf chapitres, sous les titres suivants : 1° les terrassements; 2° les enrochements à la mer; 3° la maçonnerie de béton; 4° la maçonnerie des jetées; 5° les parapets; 6° les murs de quais; 7° le canal auxiliaire de jonction et d'irrigation ; 8° la mise en culture des terres concédées ; enfin 9° un chapitre pour dépenses diverses, et nous comprenons sous ce titre collectif : un phare de premier ordre; deux feux de port et deux fanaux; un bassin de radoub à Timsah; un atelier de construction; des magasins, bâtiments, hôpitaux, écuries, etc; un embarcadère et un port provisoires à Saïd ; le télégraphe électrique à double fil, tout le long du canal maritime; le matériel des carrières et l'achat des outils pour les ouvriers; le matériel du touage à vapeur, avec deux chaînes, l'une pour la remonte, et l'autre pour la descente, etc.

La dépense des terrassements est de 91.372.926 fr. Elle forme à elle seule près des deux tiers de la dépense totale.

Les enrochements à la mer pour les deux jetées

de Suez et les deux jetées de Saïd sont la dépense la plus forte après celle des terrassements, puisque cette dépense se monte à plus de 17 millions.

Viennent ensuite le canal auxiliaire et la culture des terres concédées. Ces deux dépenses sont chacune évaluées : la première, à 9 millions; la seconde, à 9.600.000 fr.

§ XX.

MOYENS DE CONSTRUCTION DES PORTS.

On a vu, par l'analyse des forages faits dans l'isthme, qu'on ne pouvait espérer trouver nulle part sur le parcours du canal ni pierres détachées ni rocs. Les pierres imparfaites que l'on découvre à Scheik-Ennédek, et dont nous avons déjà parlé, ne peuvent absolument servir en rien pour des travaux à la mer. Elles ne serviront que pour le revêtement des berges.

La seule ressource naturelle que les ingénieurs trouveront à leur portée est la montagne de l'Attaka, au sud-ouest de Suez, et non loin de la mer. Cette ressource est considérable, et l'on devra en faire usage largement. Il n'y aurait pas de trajet par terre; on chargerait les chalands à un embarcadère temporaire, et ces chalands pourraient venir par mer verser leur chargement aux lieux indiqués.

Nous croyons même qu'avec quelques recherches nouvelles, et par un examen plus étendu, on trouvera également dans l'Attaka des pierres qui servi-

ront à la maçonnerie, pour le couronnement et le parapet. Mais en supposant que les carrières de l'Attaka ne fournissent pas les pierres de taille désirables, on est assuré de les trouver, de l'autre côté de la rade, sur la rive arabique, aux carrières dès longtemps exploitées de M'Salem. Ces carrières sont à 10 ou 12 kilomètres du rivage. On les emploie pour diverses constructions à Suez. Si le transport était un peu plus long et un peu plus coûteux, on serait certain du moins que la pierre serait bonne.

Il n'y a donc aucune difficulté pour les jetées et le port de Suez.

Ce seront encore les matériaux extraits de l'Attaka qui serviront à l'empierrement des berges entre Suez et les Lacs-Amers, sur les 10 kilomètres environ où cette précaution sera probablement nécessaire. Le seuil entier que le canal traversera dans cette partie de l'isthme a, comme nous l'avons dit, 20 kilomètres environ. Le sous-sol est partout de l'argile. Mais cette argile est plus ou moins compacte et sableuse, et la prudence exigera qu'on la revête de pierres là où l'érosion et les éboulements seraient à craindre, sous l'action des courants.

S'il y avait quelques travaux à faire autres que ceux de dragage, soit pour l'entrée du canal dans les Lacs-Amers, soit pour la sortie, les matériaux de l'Attaka pourraient être encore utilement em-

ployés; car on amènera l'eau le plus tôt possible, et les transports seraient faciles.

Pour les travaux du port Timsah, et surtout ceux du port Saïd, il est impossible, du moins dans les premiers temps, de songer à mettre à contribution les carrières de l'Attaka et celles de M'Salem. Les communications ne seraient pas ouvertes; et l'on ne peut attendre qu'elles le soient pour commencer les travaux du port Saïd. On se servira d'ailleurs autant qu'on le pourra, pour les travaux du port de Timsah, du canal de jonction, qui, dès la seconde année, atteindra Suez.

Il faudra pour le port Saïd user de moyens différents. Il n'y en a pas d'autres que de demander les matériaux aux îles les plus voisines, qui en renferment de très-beaux, à portée de la mer, et dont l'exploitation serait facile. Nous voulons parler des îles de Chypre, de Rhodes, de Scarpanto, etc. Le littoral de l'Asie pourrait offrir aussi des ressources analogues. Les îles sont un peu éloignées. Mais une opération de ce genre, quand la nécessité l'impose, n'a rien d'extraordinaire, ni qui surpasse la pratique habituelle. La jetée de Malamocco a été construite tout entière avec des blocs naturels venus des carrières de l'Istrie, à 30 lieues de là, de l'autre côté de l'Adriatique. En Hollande, on est forcé d'aller chercher toutes les pierres, dont on a besoin pour le Helder et pour d'autres travaux maritimes,

jusqu'en Norvége. Pour le cas particulier qui nous occupe ici, la difficulté serait moins grande qu'on ne se l'imagine. Les petits blocs pourraient être transportés par les navires marchands ordinaires. Les gros blocs seraient transportés par des navires spéciaux, que l'on construirait alors dans les conditions les plus propres à rendre facile la manœuvre du chargement et du déchargement.

Si la côte du golfe de Péluse n'était dénuée de toute ressource pour la construction des jetées, nous n'aurions point eu recours à ce moyen. Mais non-seulement on n'y trouve point de pierres de taille; on n'y rencontre pas même de blocs naturels pour les enrochements ni de cailloux pour le béton. Le sol est partout ou du sable fin sur le littoral, ou de la vase limoneuse, accumulée par les alluvions du Nil. Nous avions bien songé à employer les pierres de Toura, près du Caire, et celles du Mokattan. On pourrait les amener par la branche de Damiette. Mais la profondeur insuffisante et le régime intermittent des boghaz rendront toujours cette ressource très-précaire; et l'on ne doit point s'exposer à une interruption des travaux une fois qu'ils seront commencés.

Nous apprécions, d'ailleurs, la haute importance d'un moyen d'exécution qui serait de nature à soustraire la construction du canal à toutes les chances que peuvent amener les événements du dehors. Sans



doute, il vaudrait beaucoup mieux tirer tous les matériaux de l'Égypte, sans rien demander à l'extérieur. Les matériaux ne manquent point dans la contrée, et l'on sait de reste tous les trésors de ce genre qu'elle renferme. Mais les transports sont impossibles pendant l'étiage, ou du moins, comme on le voit, d'une difficulté presque insurmontable. La Commission ne peut donc que s'en rapporter aux ingénieurs qui dirigeront les opérations sur le terrain. Elle leur recommande d'une manière générale de profiter le plus possible des ressources locales : du Nil, tel qu'il est actuellement, du canal de jonction et d'irrigation; qui sera fait dans un assez court délai; et du grand canal maritime, au fur et à mesure que les portions successivement achevées pourront être utilisées d'une façon quelconque. Des hommes habiles et attentifs sauront tirer bon parti de tous ces moyens, soit simultanément, soit à part, selon les occurrences.

Tout ce que nous pouvons dire ici, c'est que la construction du port Saïd, quoique assez coûteuse, n'a rien qui puisse justifier les craintes qu'on a trop souvent propagées à ce sujet. A plus forte raison, en pouvons-nous dire autant du port intérieur de Timsah, où les matériaux seront aisément amenés par le canal de jonction, dès que ce premier canal sera terminé. Pour cette partie des travaux, la chose est de toute évidence. Mais pour le port Saïd, il y aurait toujours à craindre, si l'on tirait les matériaux de

l'Égypte, d'avoir à faire des transbordements, tandis qu'en les tirant de l'archipel Grec ou de la côte d'Asie, on n'aurait jamais qu'un transport par eau, dont on connaîtrait d'avance toutes les conditions.

§ XXI.

ÉVALUATION DES FRAIS D'ENTRETIEN DU CANAL MARITIME.

La Commission internationale n'aurait pas regardé sa mission comme accomplie, si elle n'avait pas recherché quels seront approximativement les frais d'entretien du canal.

Les frais d'entretien du canal maritime peuvent se ranger sous cinq catégories : 1° les deux entrées; 2° le canal proprement dit; 3° les travaux d'art; 4° les phares; 5° le personnel; 6° les dépenses diverses.

1° *Les deux entrées.*

L'étude du mouvement des sables le long du littoral a prouvé qu'on n'avait pas à redouter de grands ensablements au port Saïd, et que ce port se trouvera dans de meilleures conditions que tous les ports qu'on a créés sur les plages de la Méditerranée : par exemple, Cette, Barcelone, Malamocco, etc. Cependant si l'on admet, par impossible, que la situation sera la même que pour le

plus mauvais de ces ports, celui de Cette, on trouvera comme limite extrême un cube annuel de 100.000 mètres à enlever, c'est-à-dire une dépense annuelle de 100.000 francs pour l'entretien du port Saïd.

Quant au port de Suez, personne ne peut mettre en doute la stabilité du rivage; et il est bien probable que cette stabilité, qui est la conséquence de la nature des plages et du régime de la mer sur rade, ne sera pas sensiblement altérée par l'établissement des jetées. Cependant, pour faire la part de l'imprévu, on peut fixer comme maximum de l'ensablement annuel le chiffre de 30.000 mètres, ce qui correspond à une dépense de 30.000 francs.

Ainsi, la dépense totale pour ce chapitre sera inférieure au chiffre de 130.000 francs.

2° *Canal proprement dit.*

Il n'est question ici que de l'entretien du canal dans sa profondeur, de l'entretien de ses berges, du chemin de halage, etc.

Si l'on prend pour point de comparaison les canaux de France, et parmi ces canaux le canal de la Marne au Rhin, qui reçoit les plus larges allocations d'entretien, on trouve que les dépenses d'entretien sont de 1 fr. par mètre courant, et que sur cette somme, les travaux de terrassement et de curage

ne figurent que pour 0f 20c. Si l'on admet que la dépense d'entretien d'un canal est proportionnelle à sa section, on trouve que l'entretien du canal maritime sera de 5f 33c par mètre courant.

Si, des canaux de France, on passe à ceux de la Lombardie, qui se trouvent dans des conditions plus voisines de celles du canal maritime, parce qu'ils sont à cours libre et présentent des pentes qui s'élèvent jusqu'à 1m,50 par kilomètre, comme cela se voit au *Naviglio grande*, qui a en outre une section de 200 mètres sur certains points et de 40 mètres en moyenne, on voit que la dépense d'entretien est de 0f 48c par mètre courant; et en comparant les sections de ces canaux à celle du canal maritime, on trouve que l'entretien de celui-ci serait de 5f 95c par mètre courant.

Enfin, si l'on examine ce qui se passe, depuis quatorze ans, pour le canal maritime de la Nord-Hollande, qui a 78 kil. 1/2 de longueur, on trouve que la dépense annuelle, qui est en moyenne de 391.221f 60c, se répartit ainsi :

1° Travaux d'art.	149.904f 30c
2° Curage, terrassement, etc.	196.564 20
3° Personnel	44.753 10
	391.221 60

L'entretien du canal proprement dit revient donc à 2f 50c par mètre courant.

Cet ouvrage, qui est entretenu avec un grand soin, a 37m 67 de largeur et 6 mètres de profondeur d'eau. En comparant les sections entre elles, on a pour l'entretien annuel du canal maritime 7f 08 par mètre. Comme c'est ce chiffre qui est le plus élevé de ceux qui ont été trouvés par comparaison avec d'autres canaux, c'est celui que nous avons admis; et comme le canal maritime a une longueur de 147k 956m entre les racines des jetées de Saïd et de Suez, la dépense annuelle d'entretien à porter à l'article 2, sera de 1.047.528f.

3° *Travaux d'art.*

Jetées en enrochement. Les jetées faites avec des blocs factices de 10 à 15 mètres cubes n'ont exigé jusqu'à présent aucune dépense d'entretien; car ces blocs ne sont point remués par la mer. Quant aux jetées en enrochements avec des blocs naturels, on ne sait rien de bien positif sur les frais d'entretien qu'elles exigent. Ces frais d'entretien dépendent des dimensions et du poids des matériaux qui entrent dans la construction, aussi bien que de la force des vagues.

Ainsi, à Alger, avant que les travaux fussent exécutés avec des blocs factices, on était obligé de recharger chaque année le pied des digues formant quais, tandis qu'à Barcelone les jetées faites en blocs

naturels de 1 mètre cube à 1m,50 n'ont besoin que de très-rares et très-faibles rechargements.

On croit faire une part suffisante aux éventualités, eu égard aux conditions dans lesquelles seront établies les jetées, en évaluant les rechargements à faire chaque année à 1 mètre cube pour 5 mètres courants de jetée à Saïd, et pour 10 mètres courants, à Suez. Il y aura donc à fournir chaque année :

Au port Saïd, 1200 mètres cubes de blocs à 10f 80.	12.960f
Au port de Suez, 380 mètres cubes à 6f 25.	2.375
Total pour les deux ports. . .	15.335f

Quant à la maçonnerie des jetées, on peut dire que les maçonneries se conservent indéfiniment sous le climat de l'Égypte. Il suffira de faire quelques rejointoyements de temps en temps. En portant la dépense annuelle à 1f 50 par mètre courant de jetée, on satisfera largement à toutes les exigences de ces réparations. On aura donc pour cet article une dépense de. 24.500

Les murs de quai exigent très-peu d'entretien ; car ils sont continuellement sous l'eau, et il se forme à leur surface une croûte de petits coquillages qui les

préserve indéfiniment. Cependant il est convenable de les faire figurer dans les dépenses d'entretien, et l'on a supposé 1 franc par mètre courant, ce qui fait en tout. 2.800

Quant aux chaussées des quais et des ports, la dépense est extrêmement variable suivant le mouvement qui s'y fait, le poids et la forme des voitures, la nature des matériaux formant la chaussée, etc. En prenant, comme chiffre moyen de la dépense annuelle par mètre courant, la somme de 3f 50, on croit être près de la vérité. Ce sera donc une somme annuelle de. 44.100

Total des dépenses pour travaux d'art. 86.735f

4° *Phares.*

Pour un phare de premier ordre, on compte la dépense annuelle d'entretien à 3,000 francs environ, et pour un feu de port à 700 francs.

Comme il y aura deux phares de premier ordre et quatre feux de port, la dépense pour cet article sera de. 8.800f

5° *Personnel.*

On a pris pour base d'évaluation du personnel ce

qui se pratique au canal de la Nord-Hollande, qui est très-bien entretenu, et qui se trouve dans les mêmes conditions à peu près que le canal de Suez. L'entretien du personnel monte au chiffre de 44.753 francs pour une longueur de 78.500 mètres, ce qui fait par mètre courant 0f 57. Il y aura donc pour le canal maritime, qui a une longueur de 147.956 mètres, une dépense de. 84.335f

6° *Depenses diverses.*

Il faut ranger parmi les dépenses diverses d'entretien :

1° Le canal de communication, qu'on porte à 1 franc par mètre courant, comme le canal de la Marne au Rhin, ce qui fait une somme de	128.600f
2° La rigole d'irrigation, qu'on porte à 0f 50, ou en tout.	43.500
3° Le bassin de radoub, évalué à . .	10.000
4° Les ateliers de construction, portés à.	6.000
5° Les chantiers, magasins, hôpitaux, écuries, etc., portés à	25.000
Total pour cet article. . . .	213.100f

RÉCAPITULATION.

Art. 1er. Les deux entrées du canal.	130.000f
Art. 2. Curage et terrassements.. .	1.047.528

Art. 3. Travaux d'art.	86.735
Art. 4. Phares et fanaux.	8.800
Art. 5. Personuel.	84.335
Art. 6. Dépenses diverses.	213.100
Total général.	1.570.498f

§ XXII.

CONCLUSION.

Après tous les développements qui précèdent, nous sommes arrivés à la fin de notre tâche; et il ne nous reste plus qu'à terminer par une conclusion générale ce long rapport qui clôt la mission que S. A. Mohammed-Saïd, vice-roi d'Égypte, et M. Ferd. de Lesseps, concessionnaire du canal de Suez, nous avaient confiée.

En fixant toutes les conditions du grand canal maritime qui doit unir la Méditerranée à la mer Rouge, et donner passage au commerce du monde, nous avions deux fautes à éviter : faire trop ou trop peu; tenter une entreprise gigantesque, ou nous borner à des travaux insuffisants. Ces deux fautes auraient été à peu près aussi fâcheuses l'une que l'autre; et nous ne devions jamais perdre de vue ni les intérêts généraux de la civilisation, que ce projet doit immensément servir, ni les intérêts particuliers de la Compagnie qui doit l'exécuter.

Nous croyons, après le plus mûr examen, être restés dans la mesure convenable, et n'avoir exagéré

les choses ni dans un sens ni dans l'autre. Un canal de 80 à 100 mètres de large avec 8 mètres de profondeur, sans écluses à ses entrées, sans courant dangereux, de 30 lieues de long environ, avec des ports vastes et sûrs à ses deux extrémités, d'une conservation certaine et d'un entretien facile, s'ouvrant sur deux mouillages d'une étendue indéfinie, un tel canal nous paraît satisfaire à tous les besoins de la navigation, tels qu'ils se manifestent aujourd'hui. Il nous semble même qu'il satisfera longtemps encore à tous les besoins de l'avenir. Rien, d'ailleurs, dans les conditions déterminées par nous, ne s'opposerait à des développements nouveaux, pour peu qu'on les jugeât nécessaires.

A côté du canal proprement dit, nous n'avons pas négligé ses abords; l'accès en sera rendu très-facile par l'éclairage des côtes tel que nous le demandons.

Les deux mers que le canal de Suez unira n'offrent point de dangers, ni de difficultés que les marins aient sérieusement à redouter. L'une de ces mers est seulement peu pratiquée et peu connue; l'autre est dans le même cas pour cette partie spéciale de ses rivages où le canal devra déboucher.

Nous sommes donc assurés, en ce qui concerne la navigation qui passe actuellement par le cap de Bonne-Espérance, qu'elle pourra venir prendre, avec très-grand avantage et pleine sécurité, la voie



nouvelle que lui offrira le canal de Suez, et que lui signalent déjà les communications postales établies par l'Angleterre.

Quant aux intérêts de la Compagnie que nous devions sauvegarder avec une sollicitude égale, nous ne pensons pas non plus les avoir oubliés. Les travaux que nous proposons n'ont rien qui sorte des données habituelles de l'art et de la science; ils ne comportent aucune éventualité redoutable. Tous les éléments en sont connus, et ils ont été étudiés par nous jusque dans leurs derniers détails, comme le prouve l'étendue même de ce rapport. Le grand canal maritime des deux mers sera encore assez loin d'exiger la somme qu'une sage prévoyance assigne au capital social. Nos collègues, en soumettant à S. A. le vice-roi le résultat sommaire de leur exploration, lui avaient assuré que la dépense totale ne dépasserait pas 200.000.000 fr. Nos calculs, aussi précis que possible, démontrent péremptoirement que nos collègues ne se sont pas mépris. La dépense totale ne s'élèvera qu'à 162 millions. Il restera ainsi trente-huit millions au moins de disponibles, soit pour le service des intérêts pendant la période d'exécution, soit pour des améliorations ultérieures.

Le percement de l'isthme de Suez est donc une œuvre beaucoup plus grande par son objet que par la dépense qu'elle exige. Évidemment, 200 millions

consacrés à ce canal ne seraient pas une dépense au-dessus des ressources d'une seule de ces nations opulentes, qui font sous nos yeux tant de merveilleuses entreprises de chemins de fer, infiniment plus coûteuses et beaucoup plus difficiles. 200 millions ne sont rien pour l'ensemble des nations qui y sont directement intéressées : l'Angleterre, la France, l'Autriche, la Hollande, le Piémont, l'Italie, la Russie, l'Espagne, le Portugal, l'Empire Ottoman, les États-Unis. Mais il n'est pas besoin de faire ici de suppositions; et l'empressement des capitaux, sans même que le concessionnaire leur ait fait un appel public, prouve de reste qu'ils ne manqueront pas à une entreprise qui se présente à l'estime des peuples civilisés avec de tels caractères d'utilité commune et de facilité pratique.

Pour nous, qui apportons à l'entreprise un concours purement scientifique, nous croyons pouvoir déclarer, comme l'ont fait nos collègues sur les lieux, que l'exécution du canal des deux mers, dans les conditions où nous la circonscrivons, n'est pas difficile, et que le succès n'en peut être douteux. Ainsi, rien ne s'oppose, selon nous, et au point de vue où nous devons exclusivement nous placer, à la jonction des deux mers. C'est un travail de quelques années, et sans obstacles sérieux du côté de la nature.

Nous avons été d'autant plus heureux de contri-

buer, dans la mesure où on nous le demandait, à la réalisation de cette œuvre de civilisation et d'humanité, que les faits les plus considérables et les plus frappants viennent chaque jour prouver, de plus en plus clairement, combien cette œuvre est urgente dans l'état actuel des relations internationales. Des changements immenses se font dans la marine par le progrès constant de la mécanique et des constructions. La vapeur a définitivement remplacé la voile pour les bâtiments de guerre; l'hélice est dès aujourd'hui le principal moteur qu'ils emploient, parce qu'elle est à la fois le plus régulier et le plus sûr. La transformation est presque complète dans la marine militaire anglaise; elle le sera très-prochainement dans les autres marines, qui ne peuvent se priver d'un si précieux avantage et rester sous le coup d'une infériorité dangereuse et volontaire.

La transformation presque accomplie à cette heure dans la marine militaire ne peut tarder à s'accomplir dans la marine marchande, quoiqu'elle doive y être nécessairement plus lente. Les intérêts qui sont engagés dans les spéculations commerciales sont tous individuels, ou du moins ils sont divisés; il n'y a pas d'autorité supérieure et commune pour les amener simultanément, et en peu de temps, à des changements coûteux, fussent-ils même indispensables. C'est donc peu à peu que la marine marchande

transformera les moyens désormais trop imparfaits dont elle se sert et qu'elle ne peut plus garder, si ce n'est pour les besoins les plus restreints de la navigation de cabotage. Déjà de toutes parts les modifications les plus profondes ont lieu; et il n'y a pas de Compagnie particulière, montant un nouveau service ou réparant son ancien matériel, qui n'ait recours aux machines à vapeur. On transporte par bâtiments à hélices même les marchandises les moins chères, si elles sont très-usuelles; et par exemple, sur les côtes d'Angleterre, la houille n'est guère transportée autrement. Le fret dans ces conditions est même au-dessous de ce que demanderait le transport par bâtiments à voiles. Pour des voyages plus considérables, les changements ne sont pas moindres; et il y a telle compagnie de Liverpool qui demande pour fret par hélice jusqu'à Constantinople le même prix que les navires à voiles sont forcés de demander.

Parmi les officiers de marine nos collègues, l'opinion exprimée ici est unanime; ils pensent que, même avant que le canal des deux mers soit terminé, la marine marchande aura pu achever la révolution qui s'accomplit chaque jour partiellement. Nous sommes persuadés comme eux que cette prévision est fondée.

On peut donc, se poser cette question : La marine commerciale, qui passe actuellement par le

cap de Bonne-Espérance, continuera-t-elle à faire le double de chemin, dans une mer très-redoutable quoique très-connue, quand on lui offrira la possibilité de faire une route moitié moindre, mieux connue que l'autre dans une partie de son parcours, et beaucoup moins dangereuse dans le parcours entier? Les seules objections un peu sérieuses qu'on pût faire à la voie par Suez, c'est que la navigation à voiles trouverait dans le détroit de Gibraltar d'assez grandes difficultés, et qu'elle en trouverait également au détroit de Bab-el-Mandeb. On exagérait beaucoup ces difficultés. Mais dans l'hypothèse où nous nous plaçons, et qui est un fait déjà près d'à moitié réel, toutes ces objections tombent d'elles-mêmes Là où la voile pouvait être insuffisante, l'hélice a dès aujourd'hui, sans la moindre peine, raison de tous les obstacles, des courants à Gibraltar, ou des moussons dans la mer des Indes. La poste va très-régulièrement, aller et retour, de Southampton à Alexandrie en treize jours, et n'en met guère davantage de Suez à Bombay. Bien plus, il y a des clippers à hélice auxiliaire qui sont venus de Melbourne à Liverpool en deux mois. Il leur en aurait fallu beaucoup moins encore, s'ils avaient pris par la mer Rouge, et si le canal de Suez leur eût été accessible. L'amirauté anglaise a déjà tellement compris les avantages de cette route, que, dans une adjudication récente de la malle d'Australie, la pre-

mière condition qu'elle a mise dans le cahier des charges, c'est que cette malle passerait par Suez, comme y passent déjà celle de l'Inde et celle de la Chine. Seulement, l'amirauté anglaise n'a pas voulu se lier pour plus de cinq ans; et nous pourrions croire qu'elle en est à prévoir, même à cette courte échéance, des changements assez importants pour qu'elle sente, dès cette heure, le besoin de n'aliéner en rien sa pleine liberté d'action.

Mais en laissant même de côté cette hypothèse, qui, cependant, devient tous les jours une réalité de plus en plus complète, il est évident que pour les navires à voiles, tels qu'ils sont encore aujourd'hui, ce serait un incalculable avantage que de pouvoir abréger leur route de moitié, sauf à emprunter, s'il le fallait, le secours de remorqueurs, qui ne leur manqueraient point au détroit de Gibraltar, comme on l'a vu en 1847, et à profiter de la saison favorable dans la mer des Indes pour le temps des moussons.

De tout ceci il résulte que l'ouverture du canal de Suez, rendue nécessaire par le développement actuel et progressif des relations entre l'Europe et l'Asie, le sera de jour en jour davantage. Le moment n'est pas loin où la marine commerciale, transformée pour ces longs voyages, réclamera avec une énergie irrésistible la voie nouvelle, qui doit lui être si aisée et si lucrative. Ce n'est pas le canal de Suez qui poussera à cette transformation; c'est

au contraire, comme on l'a dit, la navigation à hélice qui exigera l'abaissement de cette barrière. Il n'est pas possible qu'un obstacle aussi insignifiant que celui de ce sol tout uni, de 30 lieues à peine, s'oppose longtemps encore à un progrès aussi certain et aussi profitable.

Il ne nous appartient pas de juger quels sont les motifs de diverse nature qui peuvent retarder l'accomplissement d'une telle œuvre. Mais nous croyons n'être que l'écho de l'opinion universelle en disant que tout retard est fâcheux, du moment que l'on a pu rendre une décision réfléchie en cette matière. Pour nous, notre but a été d'éclairer, autant qu'il a dépendu de nous, les gouvernements et les peuples; nous leur soumettons avec confiance les résultats définitifs de notre examen.

Puisse notre travail hâter le moment où toutes les difficultés, autres que celles qui proviennent de la nature même des choses, seront aplanies, et où le bosphore artificiel de Suez pourra être ouvert à la marine de toutes les nations!

Le Président de la Commission internationale,
F. W. CONRAD.

Les Secrétaires,
LIEUSSOU et CHARLES MANBY.

Paris, décembre 1856.

ANNEXES.

ANNEXE I.

DEVIS DES DÉPENSES.

CANAL MARITIME DE SUEZ.

DEVIS DES DÉPENSES.

§ 1er. AVANT-MÉTRÉ.

CHAPITRE PREMIER.

TERRASSEMENTS.

NUMÉROS des PIQUETS.	HAUTEUR de la fouille.	SURFACE correspondante.	SOMME.	DEMI-SOMME.	DISTANCE.	PRODUIT.
	8,20	664,08	1431,40	715,70	533	381,468
	9,16	767,32	1545,48	772,69	300	231,807
	9,30	778,06	1513,68	756,84	300	227,052
	8,90	735,62	1430,12	715,06	300	214,518
	8,51	694,50				
1	8,51	703,65	1437,65	718,82	429	308,373
2	8,80	734,00	1477,90	738,95	1480	1,093,646
5	8,86	743,90	1477,60	738,80	1390	1,026,932
6	8,78	733,70	1537,35	768,67	360	266,721
7	9,45	803,75	1602,20	801,10	280	224,308
16	9,43	798,45	1641,35	820,67	2400	1,969,608
22	9,86	842,90	1696,70	848,35	2400	2,036,040
28	9,92	853,80	1774,15	887,07	400	354,828
29	10,49	920,35	1773,40	886,70	400	354,680
30	9,87	853,25	1689,30	844,65	2000	1,689,300
35	9,75	836,05	1756,60	878,30	400	351,320
36	10,49	920,35	1762,80	881,40	400	352,560
37	9,83	842,45	1673,10	836,55	800	669,240
39	9,71	830,65				
			à Reporter. .		14572	11,752,401

NUMÉROS des PIQUETS.	HAUTEUR de la fouille.	SURFACE correspon-dante.	SOMME.	DEMI-SOMME.	DISTANCE.	PRODUIT.
				Report.	14572	11,752,401
39	9,71	830,65	2422,75	1211,37	395	478,491
42	16,54	1592,10	2945,65	1472,82	660	972,061
44	14,77	1353,55	2390,05	1195,02	440	525,808
45	11,50	1036,50	2128,90	1064,45	250	266,112
46	14,56	1092,40	2855,40	1427,70	1050	1,499,085
48	17,00	1763,00	3007,60	1503,80	1200	1,804,560
51	13,24	1244,60	2666,80	1333,40	800	1,066,720
53	15,27	1422,20	2541,75	1270,87	800	1,016,696
55	12,17	1119,55	1761,20	880,60	2000	1,761,200
60	7,91	641,65	1861,10	930,55	800	744,440
62	13,03	1219,45	2207,95	1103,97	800	883,176
64	11,10	988,50	1590,40	795,20	400	318,080
65	7,46	601,90	1204,25	602,12	1600	963,392
69	7,49	602,35	968,65	484,32	800	387,456
71	6,45	366,30	858,94	429,47	1242,7	533,702
74	8,06	492,64	700,64	350,32	1947,3	682,178
79	4,00	208,00	530,20	265,10	400	106,040
80	5,80	322,20	506,84	253,42	200	50,684
81	3,56	184,64	351,60	175,80	3400	595,720
89	3,34	166,96	346,14	173,07	400	69,228
90	3,47	179,18	346,68	173,34	400	69,336
91	3,25	167,50	328,18	164,09	2400	393,816
97	3,22	160,68	880,48	190,24	400	76,096
98	4,20	219,80	446,00	223,00	400	89,200
99	4,30	226,20	502,48	251,24	400	100,496
100	5,12	276,28				
Lacs-Amers.	1,55	»	»	»	23201	1,693,673
158	6,64	37,716	881,66	440,83	800	352,664
160	8,25	504,50	1250,32	625,16	400	250,064
161	11,03	745,82	1550,10	1775,05	800	620,040
163	11,62	804,28	1354,54	676,77	800	541,416
165	8,79	549,26				
				A reporter.	64158	30,664,031

NUMÉROS des PIQUETS.	HAUTEUR de la fouille.	SURFACE correspondante.	SOMME.	DEMI-SOMME.	DISTANCE.	PRODUIT.
				Report.	64158	30,664,031
167′	15,71	1247,74	1797,00	898,50	640	575,040
167‴	12,76	925,44	2173,18	1086,59	160	183,854
169	10,70	717,80	1645,24	821,62	800	657,296
170′	15,92	1271,48	1989,28	994,64	220	118,820
171	17,49	1470,06	2741,54	1370,77	430	589,431
173	10,54	699,76	2169,82	1084,91	800	867,928
176	18,50	1500,00	2199,76	1099,88	1340	1,473,839
178	15,12	1177,28	2677,28	1338,64	800	1,070,912
181	19,09	1679,46	2856,74	1428,37	1200	1,714,044
183′	12,55	904,70	2584,16	1292,08	800	1,033,664
184‴	18,26	1573,44	2478,14	1239,07	360	4,460,652
185′	12,91	935,54	2508,98	1254,49	400	501,796
187	12,65	915,10	1850,64	925,32	800	740,256
188	15,56	1246,64	2151,74	1075,87	400	430,348
189	11,46	795,24	2031,84	1015,94	479	486,635
190	13,80	1022,20	1817,44	908,72	320,8	291,517
192′	8,67	540,98	1563,18	781,59	800	625,272
193′	10,82	727,08	1268,06	634,03	140	88,764
193‴	5,66	316,04	1044,12	522,06	260	135,735
193‴	5,66	316,04	952,36	476,18	1000	476,180
196	9,78	636,32	1027,76	513,88	200	103,176
196″	6,76	391,44	907,86	453,93	400	181,572
197	8,43	516,42	1048,70	524,35	400	209,700
198	8,62	532,28	1210,84	605,42	200	121,084
199	10,74	678,56	1014,44	507,22	600	304,332
200	6,02	335,88	765,38	382,69	400	153,076
201	7,25	429,50	718,52	359,26	700	251,482
203	5,33	289,02	1034,78	517,38	700	362,166
205	11,04	745,76	1568,78	784,38	400	313,752
206	11,83	823,02	1307,02	653,51	800	522,808
208′	8,00	484,00	2201,22	1100,61	1080	1,188,658
211′	20,13	1717,22	3379,14	1689,57	1220	2,061,275
214	19,68	1661,92	2793,96	1396,98	100	139,698
214″	14,66	1132,04	2154,12	1077,06	800	861,648
216	13,82	1022,08				
				A reporter. . .	84307	53,968,441

NUMÉROS des PIQUETS.	HAUTEUR de la fouille.	SURFACE correspondante.	SOMME.	DEMI-SOMME.	DISTANCE.	PRODUIT.
				Report.	84307	53,968,441
219	26,20	2667,80	3689,88	1844,94	1200	2,213,204
220	26,20	2667,80	5335,60	2662,80	400	1,065,120
221	22,31	2038,14	4705,94	2352,97	400	941,188
222	23,78	2272,32	4310,46	2155,23	400	862,092
223	19,15	1665,10	3937,42	1968,71	400	787,484
226	19,37	1620,78	3285,88	1642,94	1200	1,971,528
230	14,96	1166,24	2787,02	1393,51	1600	2,229,610
231	12,32	874,08	2040,32	1020,16	400	408,064
232	12,82	925,08	1799,16	899,58	400	359,832
232	12,82	925,08	1769,38	884,69	800	707,752
234	11,95	844,30	1454,48	727,24	400	290,896
235	9,47	610,18	1374,86	687,43	400	274,972
236	11,22	764,68	1348,54	674,27	1299	875,876
239	9,19	583,86	1407,52	703,76	800	563,008
241	11,89	823,66	1389,42	694,71	400	277,884
242	9,04	565,76	1664,24	832,12	400	332,848
243	14,42	1098,48	1623,48	811,74	2000	1,623,480
248	8,50	525,00	1338,62	669,31	300	200,793
249′	11,73	813,62	1273 66	636,83	500	318,415
250″	7,66	460,04	928,06	464,03	400	185,612
251	7,83	468,02	904,46	452,23	800	361,784
253	7,43	436,42	1063,28	531,64	400	212,656
254′	9,69	626,86	1210,84	505,42	400	202,168
255	9,17	583,98	1284,22	642,11	800	513,688
257′	10,46	700,24	1274,40	637,20	400	254,880
258	9,14	574,16	1369,22	684,61	800	547,688
260	11,49	796,06	1255,10	627,55	800	502,040
262	7,66	460,04	1235,48	617,74	1200	741,288
265	11,26	775,44	1259 44	629,72	50	31,486
266	8,00	484,00	920,36	460,18	350	151,063
266′	7,44	436,36	881,12	440,56	2400	1,057,344
272	7,54	444,76	865,72	432,86	800	346,288
274	7,18	420,96	865,72	432,86	1200	519,432
277	7,54	444,76	993,96	496,98	400	198,792
278	8,80	549,20				
				A reporter. . .	109,206	76,090,696

NUMÉROS des PIQUETS.	HAUTEUR de la fouille.	SURFACE correspondante.	SOMME.	DEMI-SOMME.	DISTANCE.	PRODUIT.
				Report.	109206	76,090,696
279	8,80	549,20	1074,14	537,07	800	429,656
280	8,51	524,94	1242,74	621,37	400	248,548
281	10,70	717,80	1226,12	613,05	400	245,220
282	8,28	508,32	1082,60	541,30	1150	622,495
285	9,12	574,28	1148,56	574,28	800	459,404
287	9,12	574,28	1574,46	787,23	400	304,892
288	13,47	999,18	1802,70	901,35	400	360,540
289	11,58	803,52	1698,28	849,14	800	679,312
291	11,54	794,76	1336,86	668,43	400	267,372
292	8,65	542,10	1074,50	537,25	800	429,800
294	8,60	532,40				
294	8,00	485,20	970,40	485,20	32400	15,720,480
294	8,00	485,20				
				TOTAL . .	147,956	95,858,415

Il faut ajouter à ce cube :

1° 26 dunes à enlever dans le parcours du canal, et dont le cube approximatif est de. 241,511

2° Une gare de 500 mètres de longueur sur 100 mètres de largeur, à établir entre le port Saïd et le port Timsah. 78,000

Cube total des terrassements . . . . mètres cubes. 96,177,926

sur lesquels il y aura à faire à sec, 46,000,000 mc.

et à draguer sous l'eau. 50,177,926

CHAPITRE II.

DRAGUAGE DES PORTS.

Port de Suez.

Longueur	2000	600,000	2,400,000 m c.
Largeur	300		
Profondeur moyenne. . . .		4^{m}000	
On estime que pour la rade il faut ajouter à ce chiffre			600,000
Arrière-bassin			800,000
Total.			3,800,000

Port Timsah.

Longueur	1000	200,000	900,000
Largeur	200		
Profondeur moyenne. . . .		4^{m}50	

Port Saïd.

Longueur	2500	1,000,000	3,000,000
Largeur	400		
Profondeur moyenne. . . .		3^{m}00	
Arrière-bassin. Longueur	600	120,000	600,000
Arrière-bassin. Largeur	200		
Profondeur moyenne. . .		5^{m}00	
Total.			3,600,000

RÉCAPITULATION.

Port de Suez	3,800,000
Port de Timsah	900,000
Port Saïd	3,600,000
Total général. . . .	8,300,000

CHAPITRE III.

BLOCS DES JETÉES.

ART. 1er. — *Port Saïd, jetée de l'ouest.*

Profil	Calcul		Surface	Cube
Profil n° 1 à 1m50.	1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 5,50) × 1,50. .	4,87	Surface 37,49	
	2° 0,50 × 8,00.	4,00		
	3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 2,50) × 1,50. .	2,62		
	4° 4,00 × 6,50.	26,00		
	Distance de l'origine au profil n° 2. .		160,00	
	Cube 37,49 × 160,00.			5.998,40
Profil n° 2 à 3m00.	1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 10,00) + 3,00.	16,50	Surface 60,00	
	2° 2,00 × 8,00.	16,00		
	3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 4,00) × 3,00. . .	7,50		
	4° 4,00 × 5,00.	20,00		
Profil n° 3 à 4m00.	1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 13,00) × 4,00. .	28,00	Surface 80,00	
	2° 3,00 × 8,00.	24,00		
	3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 5,00) × 4,00 . .	12,00		
	4° 4,00 × 4,00	16,00		
	Distance du profil n° 2 au profil n° 3. .		250,00	
	Demi-somme des profils 2 et 3 $\frac{60,00 + 80,00}{2}$, soit.		70,00	
	Cube 250,00 × 70,00.			17.500,00
Profil n° 4 à 5m00.	1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 16,00) × 5,00.	42,50	Surface 104,00	
	2° 4,00 × 8,00.	32,00		
	3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 6,00) × 5,00. .	17,50		
	4° 4,00 × 3,00.	12,00		
	Distance du profil n° 3 au profil n° 4. .		630,00	
	Demi-somme des profils 3 et 4. $\frac{80,00 + 104,00}{2}$, soit.		92,00	
	Cube 630,00 × 92,00.			57.960,00
	A reporter. . .			81.458,40

Report. . . 81.458,40

Profil n° 5 à 6m,00

1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 19,00) × 6,00 . .	60,00	Surface 132,00	
2° 8,00 × 5,00	40,00		
3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 7,00) × 6,00 . .	24,00		
4° 4,00 × 2,00	8,00		
Distance du profil n° 4 au profil n° 5 . .		680,00	
Demi-somme des profils **4** et **5** $\frac{104,00 + 132,00}{2}$, soit		118,00	
Cube 680,00 × 118,00.			80.240,00

Profil n° 6 à 7m,00

1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 22,00) × 7,00. .	80,50	Surface 164,00	
2° 8,00 × 6,00	48,00		
3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 8,00) × 7,00 . .	31,50		
4° 4,00 × 1,00	4,00		
Distance du profil n° **5** au profil n° **6**. .		260,00	
Demi-somme des profils **5** et **6** $\frac{132,00 + 164,00}{2}$, soit.		148,00	
Cube 260,00 × 148,00.			38.480,00

Pr. n° 7 à 8m,00

1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 25,00) × 8,00. .	100,00	Surface 196,00	
2° 8,00 × 7,00	56,00		
3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 9,00) × 8,00. . .	40,00		
Distance du profil n° **6** au profil n° **7**. .		230,00	
Demi-somme des profils **6** et **7** $\frac{164,00 + 196,00}{2}$, soit.		180,00	
Cube 180,00 × 230,00			41.400,00

Pr. n° 8 à 9m,00

1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 28,00) × 9,00. .	130,50	Surface 244,00	
2° 8,00 × 8,00	64,00		
3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 10,00) × 9,00. .	49,50		
Distance du profil n° **7** au profil n° **8**. .		350,00	
Demi-somme des profils **7** et **8** $\frac{196,00 + 244,00}{2}$, soit.		220,00	
Cube 350,00 × 220,00			77.000,00

A reporter. . . 318.578,40

Report. . . 318.578,40

Pr. n° 9 à 10m00.
- 1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 31,00) × 10,00. 160,00
- 2° 8,00 × 9,00. 72,00
- 3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 11,00) × 10,00. 60,00

Surface 292,00

Distance du profil 8 au profil 9

940m — (14 + 50) = 876,00

Demi-somme des profils 8 et 9

$\frac{244,00 + 292,00}{2}$, soit. 268,00

Cube 268,00 × 876,00. . . . . 234.768,00

Pr. n° 10 à 10m00.
- 1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 41,00) × 10,00. 210,00
- 2° 22,00 × 9,00. 198,00
- 3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 11,00) × 10,00. 60,00

Surface 468,00

Distance du profil 9 au profil 10. . . . 14,00

Demi-somme des profils 9 et 10

$\frac{292,00 + 468,00}{2}$, soit. 380,00

Cube 380,00 × 14,00. . . . . 5.320,00

Pr. n° 11 à 10m00.
- 1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 41,00) × 10,00. 210,00
- 2° 22,00 × 9,00. 198,00
- 3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 11,00) × 10,00. 60,00

Surface 468,00

Distance du profil 10 au profil 11. . . 38,00

Cube 38,00 × 468,00 . . . . 17.784,00

$\frac{1}{2}$ tronc de pyramide = $\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\pi R^2 \\ \pi r^2 \\ \pi Rr\end{pmatrix} \times 10,00.$

Le tout divisé par 2

$R^2 = \overline{37,00}^2 = 1369,00$

d'où $\pi \times 1369,00 =$ 4928,66

$r^2 = \overline{12,00}^2 = 144,00$

d'où $\pi \times 144,00 =$ 452,16

$R \times r = 37,00 \times 12,00 = 444,00$

d'où $\pi \times 37,00 \times 12,00 =$ 1394,16

6144,00

à reporter. . . . 576.450,40

Report . . . 576.450,40

6144,00 × 10,00 = 61440,00

$\frac{1}{3}$ 61440,00 = 20480,00 d'où la moitié = 10.240,00

Cube de la moitié du tronc de pyramide. . . 10.240,00

TOTAL. . . 586.690,40

Art. 2. — *Port Saïd, jetée de l'est.*

Profil n° 1 à 1^m50.
1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 2,50) × 1,50. . 2,63
2° 4,00 × 6,50. 26,00
3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 4,75) × 1,50. . 4,30
4° 0,50 × 4,50. 2,25
Surface 35,18

Distance de l'origine au profil n° 2. . 160,00

Cube 160,00 × 35,18. . . . . 5.628,80

Profil n° 2 à 3^m00.
1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 4,00) × 3,00. . 7,50
2° 4,00 × 5,00. 20,00
3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 8,50) × 3,00. . 12,75
4° 4,50 × 2,00 9,00
Surface 49,25

Profil n° 3 à 4^m00.
1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 5,00) + 4,00. . 12,00
2° 4,00 × 4,00 16,00
3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 11,00) × 4,00. 24,00
4° 4,50 × 3,00. 13,50
Surface 65,50

Distance du profil 2 au profil 3. . . . 250,00

Demi-somme des surfaces n° 2 et n° 3

$\frac{49,25 + 65,50}{2}$, soit. 57,37

Cube 57,37 × 250,00. . . . . 14.342,50

Profil n° 4 à 5^m00.
1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 6,00) × 5,00. . 17,50
2° 5,00 × 3,00 12,00
3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 13,50) × 5,00 . 36,25
4° 4,50 × 4,00. 18,00
Surface 83,75

Distance du profil 3 au profil 4. . . . 630,00

Demi-somme des surfaces 3 et 4

$\frac{65,50 + 83,75}{2}$, soit. 74,62

A reporter. . . 19.971,30

Report. . . . 19.971,30

Cube 74,62 × 630,00. . . . . 47.010,60

Profil n° 5 à 6m00.
1° ½ (1,00 + 7,00) × 6,00. . 24,00
2° 4,00 × 2,00. 8,00
3° ½ (1,00 + 16,00) × 6,00. 51,00
4° 4,50 × 5,00. 22,50
Surface 105,50

Distance du profil 4 au profil 5. . . . 680,00
Demi-somme des surfaces 4 et 5
$\frac{83,75 + 105,50}{2}$, soit. 94,62

Cube 94,62 × 680,00. . . . . 64.341,60

Profil n° 6 à 7m00.
1° ½ (1,00 + 800) × 7,00 . . 31,50
2° 4,00 × 1,00. 4,00
3° ½ (1,00 + 18,50) × 7,00 . 68,25
4° 4,50 × 6,00. 27,00
Surface 130,75

Distance du profil 5 au profil 6. . . . 260,00
Demi-somme des surfaces 5 et 6
$\frac{105,50 + 130,75}{2}$, soit. 118,12

Cube 118,12 × 260,00 . . . . 30.711,20

Pr. n° 7 à 8m00.
1° ½ (1,00 + 9,00) × 8,00. . 40,00
2° ½ (1,00 + 21,00) × 8,00 . 88,00
3° 4,50 × 7,00. 31,50
Surface 159,50

Distance du profil 6 au profil 7. . . . 230,00
Demi-somme des surfaces 6 et 7
$\frac{130,75 + 159,50}{2}$, soit. 145,12

Cube 145,12 × 230,00 . . . . 33.377,60

Pr. n° 8 à 8m50.
1° ½ (1,00 + 9,50) × 8,50. . 44,63
2° ½ (1,00 + 22,25) × 8,50. 98,77
3° 4,50 × 7,50. 33,75
Surface 177,15

Distance du profil 7 au profil 8
290 — (6 + 20) = 264,00

A reporter. . . . 195.412,30

Report. . . . 195.412,30

Demi-somme des profils 7 et 8

$\frac{159,50 + 177,15}{2}$, soit. 168,32

Cube 168, 32 × 264. . . . . 44.436,48

Pr. n° 9 à 8m50.
1° ½ (1,00 + 9,50) × 8,50. . . 44,63 }
2° ½ (1,00 + 27,25) × 8,50. . 120,02 } Surface 198,40
3° 4,50 × 8,50. . . . . 33,75 }

Distance du profil 8 au profil 9. . . . 6,00

Demi-somme des surfaces des prof. 8 et 9

$\frac{177,15 + 198,40}{2}$, soit. 187,75

Cube 187,75 × 6,00. . . . . 1.126,50

Pr. n° 10 à 8m50.
1° ½ (100 + 9,50) × 8,50. . 44,63 }
2° ½ (1,00 + 27,25) × 8,50. . 120,02 } Surface 198,40
3° 4,50 × 8,50 . . . . 33,75 }

Distance du profil 9 au profil 10

20,00 — 6,25 = 13,75

Cube 13,75 × 198,40. . . . . 2.728,00

$\frac{1}{2}$ tronc de pyramide $= \frac{1}{3}\begin{pmatrix}\pi R^2 \\ \pi r^2 \\ \pi Rr\end{pmatrix} \times 8{,}50$

Le tout divisé par 2

$R^2 = \overline{27,5}^2 = 756,25 \ldots \times \pi = 2374,62$

$r^2 = \overline{6,25}^2 = 39,06 \ldots \times \pi = 122,64$

$Rr = 27,5 \times 6,25 = 172,00 \ldots \times \pi = 540,00$

3037,26

3037,26 × 8,50 = 25816,70

⅓ (25816,70) = 8605,55 d'où la moitié = 4302,80

Cube de la moitié du tronc de pyramide . 4.302,80

Total. 248.006,08

ART. 3. — *Port de Suez, jetée de l'Est.*

Pr. n° 1 à 1m00.
- 1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 3,00) × 1,00. . 2,00
- 2° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 2,00) × 1,50. . 1,50
- 3° 4,00 × 7,00. 28,00

Surface 31,50

Distance de l'origine au profil 2. . . 460,00

Cube 460,00 × 31,50. . . . . 14.490,00

Profil n° 2 à 2m00.
- 1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 5,00) × 2,00 . . 6,00
- 2° 7,80 × 1,00. 7,80
- 3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 3,00) × 2,00. . 4,00
- 4° 4,00 × 6,00. 24,00

Surface 41,80

Profil n° 3 à 3m00.
- 1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 7,00) × 3,00. . 12,00
- 2° 7,80 × 2,00. 15,60
- 3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 4,00) × 3,00. . 7,50
- 4° 4,00 × 5,00. 20,00

Surface 53,10

Distance des profils 2 et 3. 540,00

Demi-somme des profils 2 et 3

$\frac{41,80 + 55,10}{2}$ = ... 48,45

Cube 48,45 × 540,00. . . . . 26.163,00

Profil n° 4 à 4m00.
- 1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 9,00) × 4,00. . 20,00
- 2° 7,80 × 3,00 23,40
- 3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 5,00) × 4,00. . 12,00
- 4° 4,00 × 4,00. 16,00

Surface 71,40

Distance du profil 3 au profil 4 200,00

Demi-somme des profils 3 et 4

$\frac{55,10 + 71,40}{2}$ = ... 63,25

Cube 63,25 × 200,00. . . . . 12.650,00

Profil n° 5 à 5m00.
- 1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 11,00) × 5,00. . 30,00
- 2° 7,80 × 4,00. 31,20
- 3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 6,00) × 5,00. . 17,50
- 4° 4,00 × 3,00. 12,00

Surface 90,70

Distance des profils 4 et 5 400,00

A reporter. . . . 53.303,00

Report. . . . 53.303,00

Demi-somme des profils 4 et 5

$\frac{71,40 + 90,70}{2}$ = ... 81,05

Cube 81,05 × 400,00. . . . . 32.420,00

Profil n° 6 à 6m00.

1° ½ (1,00 + 13,00) × 6,00.	42,00	Surface
2° 7,80 × 5,00.	39,00	113,00
3° ½ (1,00 + 7,00) × 6,00. .	24,00	
4° 4,00 × 2,00	8,00	

Distance des profils 5 et 6. 200,00

Demi-somme des profils 5 et 6

$\frac{90,70 + 113,00}{2}$ = ... 101,35

Cube 101,35 × 200,00 . . . . 20.370,00

Profil n° 7 à 6m50.

1° ½ (1,00 + 14,00) × 6,50 .	48,75	Surface
2° 7,80 × 5,50.	42,90	125,27
3° ½ (1,00 + 7,50) × 6,50. .	27,62	
4° 4,00 × 1,50.	6,00	

Distance des profils 6 et 7. 168,20

Demi-somme des profils 6 et 7

$\frac{113,00 + 125,27}{2}$ = ... 114,13

Cube 114,13 × 168,20 . . . . 20.037,60

Profil n° 8 à 6m50.

1° ½ (1,00 + 14,00) × 6,50. .	48,75	Surface
2° 14,60 × 5,50	80,30	162,73
3° ½ (1,00 + 7,50) × 6,50 . .	27,68	
4° 4,00 × 1,50.	6,00	

Distance du profil 7 au profil 8 6,80

Demi-somme des surfaces 7 et 8

$\frac{125,27 + 162,73}{2}$ = ... 144,00

Cube 144,00 × 6,80. 979,20

A reporter. . . . 127.109,80

Report. . . 127.109,80

Profil n° 9 à 6m,50.

1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 14,00) × 6,50. .	48,75	Surface 162,73	
2° 14,60 × 5,50.	80,30		
3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 7,50) × 6,50. . .	27,68		
4° 4,00 × 1,50	6,00		
Distance du profil 8 au profil 9. . . .	17,20		
Cube 17,20 × 162,73.			279,90

$\frac{1}{3}$ tronc de pyramide $= \frac{1}{3} \begin{pmatrix} \pi R^2 \\ \pi r^2 \\ \pi Rr \end{pmatrix} \times 8,50$

Le tout divisé par 2

$R^2 = \overline{21,80}^2 = 475,24 \ldots \times \pi = 1492,25$

$r^2 = \overline{7,80}^2 = 60,84 \ldots \times \pi = 191,03$

$R \times r = 21,80 \times 7,80 = 170,04 \ldots \times \pi = 533,92$

2217,20

2217,20 × 8,50 = 18846,20

$\frac{1}{3}$ (18846,20) = 6282,06

La moitié de 6282,06 est de 3141,03

Cube de la moitié du tronc de pyramide. 3.141,03

Total. . . . 130.530,73

Art. 4. — *Port de Suez, jetée de l'Ouest.*

Profil n° 1 à 1m,00.

1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 2,00) × 1,00. . .	1,50	Surface 36,50	
2° 5,00 × 1,00.	5,00		
3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 3,00) × 1,00. . .	2,00		
4° 4,00 × 7,00	28,00		
Distance de l'origine au profil n° 2. . .	460,00		
Cube 460,00 × 36,50			16.790,00

Profil n° 2 à 2m,00.

1° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 3,00) × 2,00 . .	4,00	Surface 44,00
2° 5,00 × 2,00.	10,00	
3° $\frac{1}{2}$ (1,00 + 5,00) × 2,00 . .	6,00	
4° 4,00 × 6,00.	24,00	

A reporter. . . 16.790,00

Report. . . . 16.790,00

Profil n° 3 à 3m00.

1° ½ (1,00 + 4,00) × 3,00 . . 7,50
2° 5,00 × 3,00 15,00
3° ½ (1,00 + 7,00) × 3,00 . . 12,00
4° 4,00 × 5,00 20,00
Surface 54,50

Distance du profil 2 au profil 3 540,00

Demi-somme des surfaces 2 et 3

$$\frac{44,00 + 54,50}{2} = \ldots\ldots\ldots \quad 49,25$$

Cube 49,25 × 540,00 . . . . 26.595,00

Profil n° 4 à 4m00.

1° ½ (1,00 + 5,00) × 4,00 . . 12,00
2° 5,00 × 4,00 20,00
3° ½ (1,00 + 9,00) × 4,00 . . 20,00
4° 4,00 × 4,00 16,00
Surface 68,00

Distance du profil 3 au profil 4 . . . 200,00

Demi-somme des surfaces 3 et 4

$$\frac{54,50 + 68,00}{2} = \ldots\ldots\ldots \quad 61,25$$

Cube 61,25 × 200,00 . . . . 12.250,00

Profil n° 5 à 5m00.

1° ½ (1,00 + 6,00) × 5,00 . . 17,50
2° 5,00 × 5,00 25,00
3° ½ (1,00 + 11,00) × 5,00 . 30,00
4° 4,00 × 3,00 12,00
Surface 84,50

Distance du profil 4 au profil 5 400,00

Demi-somme des surfaces 4 et 5

$$\frac{68,00 + 84,50}{2} = \ldots\ldots\ldots \quad 34,42$$

Cube 34,42 × 400,00 . . . . 13.769,00

Profil n° 6 à 6m00.

1° ½ (1,00 + 7,00) × 6,00 . . 24,00
2° 5,00 × 6,00 30,00
3° ½ (1,00 + 13,00) × 6,00 . . 42,00
4° 4,00 × 2,00 8,00
Surface 104,00

Distance du profil 5 et du profil 6 . . . 174,00

A reporter. . . . 69.404,00

Report. . . 69.404,00

Demi-somme des surfaces 5 et 6

$\frac{84,50 + 104,00}{2}$ = ... 94,25

Cube 94,25 × 174,00. . . . . 16.399,50

Profil n° 7 à 6m00.

1° ½ (1,00 + 7,00) × 600. . .	24,00	Surface
2° 10,00 × 6,00	60,00	134,00
3° ½ (1,00 + 13,00) × 6,00. .	42,00	
4° 4,00 × 2,00	8,00	

Distance du profil 6 au profil 7. . . . 6,00

Demi-somme des profils 6 et 7

$\frac{104,00 + 134,00}{2}$ = ... 119,00

Cube 119,00 × 6,00. 714,00

Profil n° 8 à 6m00.

1° ½ (1,00 + 7,00) × 6,00. .	24,00	Surface
2° 10,00 × 6,00.	60,00	134,00
3° ½ (1,00 + 13,00) × 6,00. .	42,00	
4° 4,00 × 2,00.	8,00	

Distance du profil 7 au profil 8 13,75

Cube 13,75 × 134,00. . . . . 1.842,50

Tronc de pyramide $\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\pi R^2 \\ \pi r^2 \\ \pi Rr\end{pmatrix} \times 8,50$

Le tout divisé par 2

$R^2 = \overline{20,50}^2 = 420,25 \ldots \times \pi = 1319,58$

$r^2 = \overline{6,25}^2 = 39,06 \ldots \times \pi = 122,64$

$Rr = 20,50 \times 6,25 = 128,12 \ldots \times \pi = 402,29$

1844,51

$1844,51 \times 8,50 = 15678,33$

$\frac{15678,33}{3} = 5226,11$

La moitié de 5226,11 est de 2613,05

Cube de la moitié du tronc de pyramide. 2.613,05

Total. . . 90.973,05

RÉCAPITULATION. — BLOCS DES JETÉES.

Port de Saïd.	Jetée de l'Ouest.	mèt. cubes.	586.690,40
—	Jetée de l'Est.		248 006,08
Port de Suez.	Jetée de l'Est.		130 530,73
—	Jetée de l'Ouest.		90.973,05
	Total général. . .		1.056.200,26

CHAPITRE IV.

ENROCHEMENT DES BERGES.

1° Sur une longueur de 1.433 m.	Épaiss. moy. 1^m20 / Hauteur moy. 10,00	12,00	
	Et pour deux côtés	24,00	34.392
	Longueur	1.433,00	
2° Sur une longueur de 10.000 m.	Épaiss. moy. 1,00 / Haut. moyenne 8,50	8,50	
	Et pour deux côtés	17,00	170.000
	Longueur	10.000,00	
3° Sur les banquettes.	Épaiss. moy. 0,60 / Haut. moyenne 2,00	1,20	
	Et pour deux côtés	2,40	271.972,8
	Longueur	113.322,00	
Total général; enrochement des berges. . .			476.364,8

CHAPITRE V.

MAÇONNERIE DE BÉTON.

ART. 1er. — *Port Saïd.*

Jetée de l'Ouest.	Largeur	8m00	8m00	27.600	39.935
	Hauteur	1,00			
	Lgonueur		3,450,00		
Musoir.	Largeur	22,00	22,00	1.100	
	Épaisseur	1,00			
	Longueur		50,00		
Jetée de l'Est.	Largeur	4,50	4,50	11.025	
	Épaisseur	1,00			
	Longueur		2,450,00		
Musoir.	Largeur	10,50	10,50	210	
	Épaisseur	1,00			
	Longueur		20,00		

ART. 2. — *Port de Suez.*

Jetée de l'Est.	Largeur	7,80	7,80	15.405	24.870
	Épaisseur	1,00			
	Longueur		1.975,00		
Musoir.	Largeur	13,80	13,80	345	
	Épaisseur	1,00			
	Longueur		25,00		
Jetée de l'Ouest.	Largeur	5,00	5,00	8.900	
	Épaisseur	1,00			
	Longueur		1.780,00		
Musoir.	Largeur	11,00	11,00	220	
	Épaisseur	1,00			
	Longueur		20,00		
			Total. . . . . . m. c.		64.805

CHAPITRE VI.

MAÇONNERIE DES JETÉES.

ART. 1er. — *Port Saïd.*

Jetée de l'Ouest.	Largeur	8m00	20m00	69.000	102,606
	Hauteur	2,50			
	Longueur		3450,00		
Musoir.	Largeur	22,00	99,00	4.950	
	Hauteur	4,50			
	Longueur		50,00		
Jetée de l'Est.	Largeur	4,25	10,625	26.350	
	Hauteur	2,50			
	Longueur		2480,000		
Musoir.	Largeur	10,25	46,125	2.306	
	Hauteur	4,50			
	Longueur		50,00		

Sur ce volume, il y aura en pierre de taille un revêtement de 0m60 d'épaisseur moyenne, ce qui fera :

Jetée de l'Ouest.	Largeur	0,60	1,50	10.350	18.217,15
	Hauteur	2,50			
	Long. double		3450,00		
	3450,00 × 2 = 6900,00				
Musoir	Largeur	0,60	27,00	303.75	
	Hauteur	4,50			
	Long. dévelop.		112,50		
Jetée de l'Est.	Largeur	0,60	1,50	7.440	
	Hauteur	2,50			
	Long. double		2480,00		
	2480,00 × 2 = 4960,00				
Musoir	Largeur	0,60	2,70	123.40	
	Hauteur	4,50			
	Long. dévelop.		45,70		

ART. 2. — *Port de Suez.*

Jetée de l'Est.	Largeur	7m30	29m20	57.670	93.032
	Hauteur	4,00			
	Longueur		1975,00		
Musoir.	Largeur	13,55	81,30	2.032,5	
	Hauteur	6,00			
	Longueur		25,00		
Jetée de l'Ouest.	Largeur	4,50	18,00	32.040	
	Hauteur	4,00			
	Longueur		1780,00		
Musoir.	Largeur	10,75	64,50	1.290	
	Hauteur	6,00			
	Longueur		20,00		

Pierre de taille.

Jetée de l'Est.	Épaiss. moy.	0,60	2,40	9.480	18.391
	Hauteur	4,00			
	Longueur double	3950,00			
Musoir.	Épaiss. moy.	0,60	3,60	202	
	Hauteur	6,00			
	Long. développée		56,00		
Jetée de l'Ouest.	Épaiss. moy.	0,60	2,40	8.544	
	Hauteur	4,00			
	Longueur double	3560,00			
Musoir	Épaiss. moy.	0,60	3,60	165	
	Hauteur	6,00			
	Long. développée		46,00		

RÉCAPITULATION.

MAÇONNERIE DE BÉTON.		MAÇONNERIE DE PIERRE DE TAILLE.	
Port Saïd.	102.606	**Port Saïd.**	18.217
Port de Suez	93.032	**Port de Suez.**	18.391
Total.	195.638	Total.	36.608

CHAPITRE VII.

PARAPETS DES JETÉES.

Le parapet de la jetée O. du port Saïd aura 2m,00 de largeur, 3m,00 de hauteur, et 3500m,00 de longueur; il sera en maçonnerie de pierre de taille et de moellon.

Le parapet de la jetée O. du port de Suez aura 0m,80 de largeur, 0m,80 de hauteur, et 2000m,00 de longueur; il sera tout entier en pierres de taille.

CHAPITRE VIII.

MURS DE QUAIS.

Il y aura au port Saïd	800	mètres de longueur.
au port Timsah.	1000	
au port de Suez.	800	
Total général. . . .	2600	mètres.

CHAPITRE IX.

CANAL DE COMMUNICATION.

Ce canal sera exécuté par les soins de S. A. le Vice-Roi, qui le prend à forfait pour le livrer à la Compagnie au taux du devis de l'Avant-projet dressé par ses ingénieurs.

CHAPITRE X.

CULTURE DES TERRES ET FIXATION DES DUNES.

Cette partie de l'Avant-projet n'a pas été modifiée; et les prix adoptés par les ingénieurs de S. A. le Vice-Roi ont été reconnus convenables.

CHAPITRE XI.

TRAVAUX DIVERS.

La Commission internationale a reconnu la nécessité des travaux suivants :

1° Un phare de premier ordre, soit à la pointe de Damiette, soit à Saïd même;

2° Deux feux de port placés à l'extrémité des jetées les plus longues à Saïd et à Suez;

3° Deux fanaux sur l'extrémité des deux autres jetées;

4° Un bassin de radoub au port Timsah, de la plus grande dimension;

5° Un atelier de construction au même point;

6° Des magasins; bâtiments pour les employés; hôpitaux; écuries, etc.;

7° Un embarcadère et un port provisoire à Saïd, afin de permettre aux bâtiments de se mettre à l'abri pour le déchargement;

8° Un télégraphe électrique sur toute la ligne;

9° Quatre bacs.

La Commission a également pensé que le service de traction des navires devait être fait par les soins de la Compagnie, et d'après des règlements de police bien entendus. Elle a indiqué comme très-convenable à ce service le système des toueurs avec une double chaîne, pour qu'il n'y ait jamais de confusion entre les bâtiments traversant dans un sens et ceux qui vont dans l'autre.

---

§ 2. ANALYSE DES PRIX.

Sous-détail n° 1. — Main-d'œuvre.

D'après un traité fait avec S. A. le Vice-Roi, il est accordé à la Compagnie tous les ouvriers nécessaires à l'exécution des travaux, moyennant le salaire de 1 franc par jour.

Quant aux ouvriers d'art, voici les prix auxquels on les obtient à la journée;

Un maître tailleur de pierre	2 fr. 50
Un maître maçon	2 50
Un maître charpentier	3 00

Un maître serrurier.	3	00
Un chef forgeron.	2	50
Un chauffeur.	1	50
Un tailleur de pierre.	1	75
Un maçon	1	75
Un charpentier.	2	00
Un serrurier	2	00
Un forgeron	1	75

Sous-détail n° 2. — Prix du mètre cube de déblai à sec.

Extraction $\frac{1}{10}$ de journée d'ouvrier à 1 fr., soit . . .	0 fr.	10
Charge dans les couffes; $\frac{1}{10}$ de journée à 1 fr., soit. .	0	10
Transport à 3 relais de distance moyenne; $\frac{3}{7}$ de journées à 1 fr., soit.	0	43
Fourniture de couffes.	0	04
Prix du mètre cube	0	67

Sous-détail n° 3. — Prix du mètre cube de déblai sous l'eau.

Extraction au moyen de dragues à vapeur.	0	60
Transport dans des marie-salopes	0	40
Prix du mètre cube	1	00

Sous-détail n° 4. — Prix du mètre cube de dragage des ports.

Extraction à cause de la profondeur.	0	75
Transport à 6000 mètres en moyenne	0	50
Prix du mètre cube	1	25

Sous-détail n° 5. — Prix du mètre cube de sable.

Le sable se trouve dans toute l'étendue de l'isthme. En comptant à 0 fr. 50 par mètre cube rendu à pied d'œuvre, on couvre largement tous les frais de main-d'œuvre et de transport.

Prix du mètre cube. 0 50

Sous-détail n° 6. — Chaux.

La chaux proviendra de l'Ouadée-Guebé, où l'on trouve du combustible en abondance. Elle coute, toute rendue à Suez, 8 fr. le mètre cube.

Pour les travaux du port Timsah, on fera venir la chaux du Caire; elle reviendra à 9 fr. rendue à Timsah.

Pour Saïd, on la prendra d'Alexandrie; ce qui la fera revenir à 10 fr.

Ainsi, on peut compter en moyenne le prix du mètre cube de chaux à 9 fr.

Sous-détail n° 7. — Pouzzolane.

La pouzzolane sera tirée de l'île de Santorin, qui est tout entière composée de cette matière.

Elle coûte rendue à bord, le mètre cube	8 fr. 00
Les frais de transport et de débarquement sont évalués à	7 00
Prix du mètre cube. . .	15 fr. 00

Il faut ajouter 3 fr. pour Suez, ce qui fait une moyenne de 16 fr. 50.

C'est un peu plus que le prix de revient obtenu pour les travaux du port de Malamocco, où la pouzzolane de Santorin, rendue sur les chantiers, n'a coûté que 0 flor. 40 les 2 pieds 64, ce qui fait environ 12 fr. par mètre cube.

Sous-détail n° 8. — Blocs-moellons.

Les blocs proviendront des montagnes d'Attaka, qui sont au fond de la rade de Suez.

Cependant pour commencer les travaux du port de Saïd, on tirera les blocs des îles les plus voisines, jusqu'à ce que la communication des deux mers soit établie; alors on complétera les travaux avec des blocs provenant d'Attaka.

On suppose que la moitié de la fourniture proviendra d'Attaka.

Extraction d'un mètre cube de blocs.	3 fr. 00
Transport et mise à bord des bateaux	1 00
Main d'œuvre pour le déchargement en place.	2 00
Total. . .	6 00

A ce prix, il faut ajouter les frais de transport, qui seront de 0 fr. 015 par tonne et par kilomètre, ainsi qu'il résulte des propositions faites à la Compagnie.

Ces frais s'élèveront :

Pour Suez à	0 fr.	25
Pour Timsah à.	2	40
Pour Saïd à	4	80

Prix du mètre cube de blocs mis en place à Suez . . .	6 fr.	25
— — — à Timsah. .	8	40
— — — à Saïd . . .	10	80

Le bloc venant des îles sera compté à 18 fr.; ce qui fait une moyenne de 14 fr. 40.

Sous-détail n° 9. — Blocs pour enrochement.

Extraction	3 fr.	00
Charge sur bateaux.	1	00
Mise en place	2	00
Transport moyen.	2	00
Prix du mètre cube. . .	8 fr.	00

Sous-détail n° 10. — Pierre de taille.

La pierre de taille sera tirée des carrières de grès coquilliers qui se découvrent à mer basse dans le golfe de Suez, et qui reviennent rendus à

Suez à.	8 fr.	25	le mètre cube.
Ce prix sera pour Timsah de. . .	10	65	
et pour Saïd de. . .	13	20	

Sous-détail n° 11. — Briques.

Les briques seront fabriquées dans l'Ouadée-Toumilat, où l'on trouve de l'argile et le combustible en abondance.

Les briques qui sont faites dans le pays coûtent 9 fr. le mille; mais on admet que celles qui seront fabriquées pour la Compagnie coûteront

à Timsah.	16 fr.	00	
à Suez et à Saïd	20	00	le mille.

Sous-détail n° 12. — Mortier hydraulique.

0,33 de chaux à 9 fr.	3 fr. 00
0,66 de pouzzolane à 16 fr. 50	10 89
0,22 de sable à 0 fr. 50.	0 11
Façon	0 60
Prix du mètre cube.	14 fr. 60

Sous-détail n° 13. — Béton.

0,40 de mortier à 14 fr. 60.	5 fr. 84
0,80 de pierres cassées à 8 fr.	6 40
Façon	0 60
Transport et mise en place.	1 00
Prix du mètre cube.	13 fr. 84

Sous-détail n° 14. — Prix du mètre cube de maçonnerie de briques.

	Timsah.	Suez et Saïd.
400 briques à 16 fr. et 20 fr.	6 fr. 40 —	8 fr. 00
0,25 de mortier à 14 fr. 60	3 65 —	3 65
Pose (1 maçon aidé de 7 manœuvres pose 2,50 par jour), ci pour 1m,00.	3 50 —	3 50
Rejointoiement	0 25 —	0 25
Prix du mètre cube.	13 fr. 80 —	15 fr. 40

Sous-détail n° 15. — Maçonnerie de pierre de taille.

	Suez.	Timsah.	Saïd.
1m,00 de pierre de taille.	8,25—	10,65—	13,20
0,10 de mortier à 14 fr. 60	1,46—	1,46—	1,46
Taille de la pierre, 1,66 mètre carré de taille de parement.	5,00—	5,00—	5,00
Pose (1 maître maçon et 2 aides posent 2m,00).	3,00—	3,00—	3,00
Bardage sur place.	2,00—	2,00—	2,00
Prix du mètre cube	19,71—	22,11—	24,66

Sous-détail n° 16. — Maçonnerie de moellon.

	Suez.	Timsah.	Saïd.
1 mètre de moellon à	6,25—	8,40—	10,80
0,35 de mortier à 14,61.	5,11—	5,11—	5,11
Façon (1 maçon et 8 manœuvres font en un jour 3 mètr. cubes), ci pour 1 mèt.	3,00—	3,00—	3,00
Prix du mètre cube.	14,36—	16,51—	18,91

Sous-détail n° 17. — Prix du mètre courant de mur de quai.

	Suez.	Timsah.	Saïd.
30 mètr. cub. de moellon à 6 fr. 25, 8 fr. 40 et 10 fr. 80.	187,50—	252,00—	324,00
1^{mec},20 de bois pour palplanches et moises à 60 fr.	72,00—	72,00—	72,00
0^{mec},45 de bois pour pieux.	27,00—	27,00—	27,00
10 kil. de fer p. boulons et sabots à 1 fr.	10,00—	10,00—	10,00
Façon du mètr. cub à 15 fr. 00. . .	24,75—	24,75—	24,75
Mise en place (1 chef charpentier, 3 aides, 25 manœuvres et 1 serrurier) .	38,75—	38,75—	38,75
1^{m},20 de maçonnerie de pierre de taille, à 19,71 22,01, 24,66	23,65—	26,41—	29,60
0^{m},80 de maçonnerie de moellon, à 14,36, 16,51 et 18,91.	11,49—	13,21—	15,13
Prix du mètre courant. . .	395,14—	464,12—	541,23

Sous-détail n° 18. — Prix d'un mètre courant de parapet au port Saïd.

2^{m},50 de maçonnerie de pierre de taille y compris le couronnement, à 24 fr. 66	56,72
1^{m},00 de maçonnerie de briques	15,40
2^{m},70 de maçonnerie de moellon, à 18 fr. 91	51,06
Total.	123,18

Sous-détail n° 19. — Prix d'un mètre courant de parapet au port de Suez.

0m,64 de pierre de taille, à 16 fr. 50 à cause de la sujétion.	10,56
0m,07 de mortier, à 14 fr. 61.	1,02
Taille de 3 parements de 2m,40 à 3 fr.	7,20
Pose (1 chef poseur et 3 aides en poseront 9 mètres dans une journée; ce qui fait pour le mètre courant) . .	1,00
Total.	19,78

§ 3. APPLICATION DES PRIX PAR CHAPITRES.

CHAPITRE PREMIER.

TERRASSEMENTS.

46.000.000 mètr. cub. de déblai à sec à 0 fr. 67 le mètr. cub. (sous-détail n° 2).	30.820.000 fr.
50.177.926 mètr. cub. de déblai sous l'eau, à 1 fr. le mètr. cub. (sous-détail n° 3). . .	50.177.926
8.300.000 mètr. cub. de dragage dans les ports, à 1 fr. 25 le mètr. cub.	10.375.000
Total.	91.372.926

CHAPITRE II.

BLOCS JETÉS A LA MER.

834.696 mètr. cub. de blocs pour les jetées du port Saïd, à 14 fr. 40 (sous-détail n° 8).	12.019.622
221.503 mètr. cub. de blocs pour les jetées du port de Suez, à 6 fr. 25 (sous dét. n° 8).	1.384.393
496.364 mètr. cub. de blocs d'enrochement, à 8 fr.	3.970.912
Total.	17.374.927

CHAPITRE III.

MAÇONNERIE DE BÉTON.

39.985 mètr. cub. de béton pour les jetées du port Saïd, à 13 fr. 84.	552.700
24.870 mèt. cub. de béton pour les jetées du port de Suez à 13 fr. 84.	344.200
Total.	896.900

CHAPITRE IV.

MAÇONNERIE DES JETÉES.

18.217 mètr. cub. de maçonnerie de pierre de taille pour les jetées du port Saïd, à 24 fr. 66.	449.231
102.606 mètr. cub. de maçonnerie de moellon pour les jetées du port Saïd, à 18 fr. 91.	1.940.280
18.391 mètr. cub. de maçonnerie de pierre de taille pour les jetées du port de Suez à 19 fr. 71	362.486
93.032 mètr. cub. de maçonnerie de moellon pour les jetées du port de Suez à 14 fr. 36	1.335.939
Total.	4.087.936

CHAPITRE V.

PARAPETS DES JETÉES.

3.500 mètres courants de parapet pour la jetée de l'Ouest au port Saïd, à 123 fr. 18.	431.130
2.000 mètres courants de parapet pour la jetée de l'Est au port de Suez, à 19 fr. 78.	39.560
Total.	470.690

CHAPITRE VI.

MURS DE QUAI.

800 mètres courants, murs de quai à Suez, à 395 fr. 14	316.112 fr.
1.000 mètres courants, murs de quai à Timsah, à 464 fr. 12.	464.120
800 mètres courants, murs de quai à Saïd, à 541 fr. 23.	432.984
Total	1.213.216

CHAPITRE VII.

CANAL DE COMMUNICATION.

La dépense des travaux relatifs au petit canal, aux rigoles, conduites d'eau, etc., est portée dans l'Avant-projet à la somme de . . . . 9.000.000 fr.

Le travail doit être exécuté pour cette somme à forfait par S. A. le Vice-Roi.

CHAPITRE VIII.

CULTURE DES TERRES ET FIXATION DES DUNES.

La dépense pour la culture des terres est de. . .	8.000.000 fr.
La dépense pour la fixation des dunes est de . .	1.500.000
Total. . . .	9.500.000

CHAPITRE IX.

DÉPENSES DIVERSES.

1 phare de premier ordre.	170.000 fr.
2 feux de port	60.000
2 fanaux	5.000
1 bassin de radoub de 120 mètres de longueur, 25 de largeur et 8 de profondeur au port Timsah. .	3.000.000
1 atelier de construction au même point	500.000
Magasins, bâtiments, hôpitaux, écuries, etc. . . .	1.500.000
Embarcadère et port provisoires à Saïd.	850.000
A reporter. . .	6.085.000 fr.

Report. . .	6.085.000 fr.
1 télégraphe électrique à double fil	150.000
4 bacs	100.000
Matériel des carrières et outils à fournir aux ouvriers du pays.	600.000
Matériel de touage à vapeur avec deux chaines.	3.000.000
Total des dépenses diverses. . .	9.935.000 fr.

§ 4. RÉCAPITULATION GÉNÉRALE.

Chapitre I.	Terrassements.	91.372.926 fr.
Chapitre II.	Blocs jetés à la mer et blocs d'enrochement des berges.	17.374.927
Chapitre III.	Maçonnerie de béton	896.900
Chapitre IV.	Maçonnerie des jetées.	4.087.936
Chapitre V.	Parapet des jetées.	470.690
Chapitre VI.	Murs de quai.	1.213.216
Chapitre VII.	Canal de communication	9.000.000
Chapitre VIII.	Culture des terres et fixation des dunes.	9.500.000
Chapitre IX.	Dépenses diverses	9.935.000
	Total de la dépense des travaux. . .	143.851.595 fr.
	A ce chiffre il faut ajouter :	
	1° Les frais d'administration, estimés à 2 1/2 p. 0/0 de la dépense prévue.	3.578.164
	2° Les dépenses imprévues, estimées à 10 p. 0/0 environ du montant du devis.	14.570.241
		162.000.000 fr.
	Il reste donc pour atteindre le chiffre du capital social une somme de. . . . . qui est destinée à servir les intérêts du capital pendant l'exécution des travaux, et à former des établissements accessoires, propres à augmenter les produits de la Compagnie.	38.000.000
	Total général	200.000.000 fr.

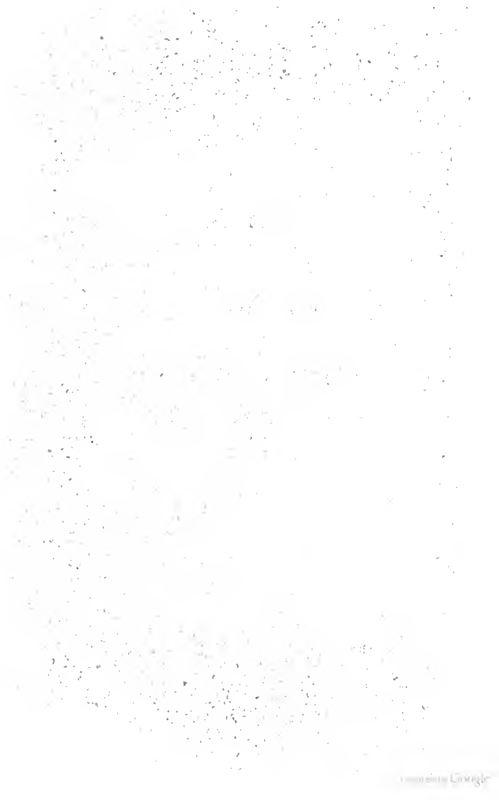
ANNEXE II.

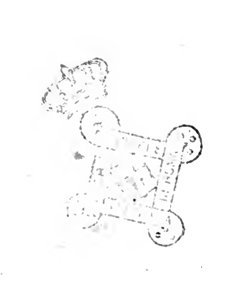
RECHERCHES

SUR LE

RÉGIME DES EAUX

DANS LE CANAL DE SUEZ.





Les cotes sont comptées en contre-ba

MER ROUGE.

Haute mer d'équinoxe, coup de vent du sud.

Haute mer d'équinoxe, par les vents du sud f

Haute mer d'équinoxe, sans vent . . . . . .

Haute mer moyenne de vive eau. . . . . .

Haute mer moyenne de morte eau. . . . .

Niveau d'équilibre par un temps calme. . . . .
Niveau moyen habituel. . . . .

rd.

fort.

Basse mer moyenne de morte eau . . . . . .

Basse mer moyenne de vive eau. . . . . . .

Basse mer d'équinoxe sans vent . . . .

t.
u sud.

Basse mer d'équinoxe par les vents du nord fo

Basse mer d'équinoxe et coup de vent du nord

RECHERCHES

SUR LE

RÉGIME DES EAUX

DANS

LE CANAL A OUVRIR ENTRE LA MÉDITERRANÉE ET LA MER ROUGE.

MARCHE ET RÉSULTATS DES CALCULS.

La Commission internationale du canal de Suez a adopté en principe le tracé direct de Suez à Saïd et l'alimentation par l'eau de mer.

Ce tracé et ce mode d'alimentation comportent deux projets distincts, selon que les berges du canal seront continuées ou discontinuées dans les Lacs-Amers, dont le bassin desséché occupe le tiers environ de la largeur de l'isthme.

Le choix à faire entre ces deux projets ne pouvant résulter que de l'examen comparatif du régime des courants inhérents à chacun d'eux, nous avons dû rechercher quel serait ce régime :

1° Dans un canal continu d'une mer à l'autre;

2° Dans un canal interrompu par la nappe d'eau des Lacs-Amers.

Les huit nivellements exécutés de 1846 à 1856 entre les deux mers nous ont donné la cote du niveau moyen habituel de la Méditerranée, par rapport au repère du quai de Suez.

Les observations de marées faites en 1856 à Suez, pendant une lunaison entière, et les renseignements du capitaine du port sur les limites des fluctuations du niveau, dans une période de vingt années, nous ont donné ;

1° Les amplitudes de la plus grande marée d'équinoxe et des marées moyennes en vive eau et en morte eau;

2° L'heure de l'établissement du port de Suez;

3° La cote du niveau moyen par un temps calme;

4° Les fluctuations du niveau dues à l'influence propre des vents.

Les observations de marées faites en 1847 à Tineh laissent beaucoup à désirer. Ce n'est qu'en les complétant par des inductions théoriques, toujours contestables, que nous avons pu en déduire :

1° Les amplitudes de la plus grande marée d'équinoxe et des marées moyennes en vive eau et en morte eau;

2° L'heure de l'établissement du port Saïd;

3° La cote du niveau moyen par un temps calme;

4° Les fluctuations du niveau dues à l'influence propre des vents.

Les observations faites sur l'évaporation, au barrage du Saïdieh étant entachées de causes permanentes d'erreur, nous avons évité de nous en servir en évaluant, d'après les conseils de notre collègue M. Renaud, la perte d'eau par évaporation et infiltration à $0^m,03$ par mètre superficiel en vingt-quatre heures.

Pour déterminer le régime des eaux dans le canal, nous avons calculé isolément les courants de pente d'après les formules de M. de Prony, et les courants de marée, d'après la relation existant entre la vitesse du courant et la vitesse de propagation de l'onde, laquelle est d'environ 29 kilomètres à l'heure, pour des profondeurs de 8 mètres.

La formule qui exprime cette relation peut être établie ainsi qu'il suit :

Soit w et u les vitesses maxima et moyenne des courants de marée,

m la demi-amplitude de la marée,

ω la vitesse de propagation de l'onde marée,

T la durée du flot ou du jusant,

t le temps écoulé depuis le commencement du flot ou du jusant,

L la largeur moyenne du canal.

La masse d'eau qui traverse chaque section du canal pendant la durée du flot ou du jusant, a pour expression :

1° En fonction de la vitesse de l'onde ω

$$L\int_{o}^{T} m \left(\sin \frac{\pi}{T} t\right) \omega dt = 2\, l m \omega \frac{T}{\pi};$$

2° En fonction de la vitesse du courant w

$$L\int_{o}^{T} w dt \left(\sin \frac{\pi}{T} t\right) \left(h \pm m \sin \frac{\pi}{T} t\right) = 2 L w \left(h \pm \frac{\pi}{4} m\right) \frac{T}{\pi}.$$

On a donc :

$$m\omega = w\left(h \pm \frac{\pi}{4} m\right), \ldots \text{ d'où } w = \pm \frac{m\omega}{h \pm \frac{\pi}{4} m}$$

$$u = \frac{1}{T}\int_{o}^{T} w\left(\sin \frac{\pi}{T} t\right) dt, \ldots \text{ d'où } u = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{m\omega}{h \pm \frac{\pi}{4} m}$$

En combinant les courants de pente et les courants de marée déduits de ces formules et les distinguant par les signes + ou — selon qu'ils portent au nord ou au sud, nous avons trouvé pour les vitesses-limites des courants de fond par seconde :

1° Dans un canal à berges continues d'une mer à l'autre :

Courants ordinaires	+ 0m,66. . . .	— 0m,27
Courants exceptionnels. . . .	+ 1m,01. . . .	— 0m,73

2° Dans un canal interrompu et divisé en deux sections par la nappe d'eau des Lacs-Amers :

Section de Suez aux Lacs-Amers.

Courants ordinaires. . .	$+0^m77$ . . .	-0^m48
Courants exceptionnels.	$+1\ 16$ . . .	$-0\ 97$

Section des Lacs-Amers à la Méditerranée.

Courants ordinaires. . .	$+0^m22$ . . .	$+0^m12$
Courants exceptionnels.	$+0\ 35$ . . .	$-0\ 23$

D'après ces résultats, si l'on ne perd pas de vue que le canal sera creusé dans l'argile, de la mer Rouge au seuil de Suez, et dans les sables, du seuil de Suez à la Méditerranée, on reconnaît :

1° Qu'un canal à berges continues ne saurait subsister qu'à la condition d'être empierré, du seuil de Suez à la Méditerranée, sur 125 kilomètres, ou d'être barré aux deux extrémités par des écluses;

2° Qu'un canal interrompu par la nappe d'eau des Lacs-Amers se maintiendrait sans autre précaution que l'empierrement des berges, entre la mer Rouge et le seuil de Suez, sur les quelques points où l'on rencontrerait des sables ou des argiles sableuses.

Ces conclusions condamnent le système d'un canal à berges continues. Il importe donc que chacun des membres de la Commission internationale examine personnellement si les données d'observations qui ont servi de point de départ aux calculs sont exactes, et si les déductions que nous avons tirées de ces données sont légitimes.

CHAPITRE PREMIER.

DÉPOUILLEMENT DES OBSERVATIONS.

§ 1. *Nivellements entre la Méditerranée, le Caire et Suez.*

NOMS DES OPÉRATEURS.	Nos d'ordre.	Date des nivellements.	REPÈRES EXTRÊMES et directions des nivellements.	RÉSULTATS des nivellements ou cotes de repères extrêmes.		
				Méditerranée.	Le Caire.	Suez.
			Entre la Méditerranée et le repère du quai de Suez.			
Bourdaloue	1	1847	De Tineh à Suez par l'isthme . . . . —	2m43		0m00
Gabolde et Fromont. .	2	1848	De Suez à Tineh par l'isthme. . . . . . . —	2 03		0 00
Linant-Bey	3	1853	De Suez à Tineh par l'isthme . . . . . . —	2 42		0 00
Salam Effendi, 1re brig.	4	1855	De Suez à Saïd par l'isthme et le lac Menzaleh . . . . —	2 05		0 00
Salam Effendi, 2e brig.	5	1856	De Suez à Saïd par l'isthme et le lac Menzaleh . . . . —	1 88		0 00
			Entre la Méditerranée et le repère du Mékias.			
Tabil Effendi.	6	1846	De Rosette au Caire à travers le Béhéreh . .	0 00	+21m15	
Bourdaloue	7	1847	De Tineh au Caire par l'Ouadée-Toumilat . .	0 00	+20 86	
Rhamadan Effendi. . .	8	1849	De Damiette au Caire à travers le Cherkieh. .	0 00	+21 27	
			Entre les repères du quai de Suez et du Mékias.			
Bourdaloue	9	1847	Du Caire à Suez par l'Ouadée-Toumilat. . . .		+18 44	0 00
Darnaud.	10	1847	De Suez au Caire par la route de poste.		+18 37	0 00
En combinant les nivellements partiels de la Méditerranée au Caire, et du Caire à Suez, on a :						
(6 et 9) de Rosette à Suez par le Caire et l'Ouadée . . . —				2 71		0 00
(7 et 10) de Tineh à Suez par le Caire et la route de poste. —				2 49		0 00
(8 et 9) de Damiette à Suez par le Caire et la route de poste. . . . . —				2 83		0 00

§ 2. *Niveau moyen de la Méditerranée par rapport au repère du quai de Suez.*

Le point de départ des nivellements sur la Méditerranée est, pour M. Bourdaloue, le niveau moyen observé le 8 octobre 1847, qui a pu être influencé par le vent régnant; et, pour les autres opérateurs, un niveau indéterminé, qui était probablement le niveau de la mer au moment de l'opération. Il est dès lors naturel d'admettre que, pour tous les nivellements, le point de départ sur la Méditerranée était le niveau moyen habituel.

La plus grande différence entre les résultats de ces huit nivellements est de $(2^m,83 - 1^m,88) = 0^m,95$; elle est inférieure à la variation maxima du niveau de la Méditerranée; c'est-à-dire à l'erreur possible sur le plan d'eau qui a servi de point de départ.

En prenant la moyenne des huit résultats, on aurait $- 2^m,35$ pour la cote du niveau moyen de la Méditerranée, par rapport au repère du quai de Suez.

Mais les noms des opérateurs et les soins particuliers mis à chaque opération, sont des présomptions dont il y a lieu de tenir compte. En attribuant à chaque résultat un coefficient de précision basé sur ces présomptions, on obtient les résultats suivants :

Nos d'ordre.	RÉSULTAT de chaque NIVELLEMENT.	COEFFICIENT de PRÉCISION.	PRODUIT.
1	— 2m43	4	— 9m72
2	— 2 03	2	— 4 06
3	— 2 42	3	— 7 26
4	— 2 05	3	— 6 15
5	— 1 88	2	— 3 76
(6 et 9)	— 2 71	1	— 2 71
(7 et 10)	— 2 49	4	— 9 96
(8 et 9)	— 2 83	1	— 2 83
	Totaux.	20	—46m45
	Moyenne. . . .		— 2m32

Cote adoptée pour le niveau moyen de la Méditerranée, par rapport au repère du quai de Suez (— 2m,32). Cette cote diffère à peine de celle qu'on avait obtenue en prenant simplement la moyenne des résultats de chaque nivellement.

§ 3. *Observations de marées faites à Suez, en février et mars* 1856.

DATES.	Phases de la lune.	Hautes mers.	Basses mers.	Amplitudes.	Niveaux moyens.	Vents régnants.
Février 6	● N. L.	0m79	2m39	1m60	1m69	
7		0 87	2 50	1 63	1 68	N.
8		0 56	2 52	1 96	1 54	
9		0 60	2 43	1 83	1 52	Calme.
10		0 74	2 50	1 76	1 62	
11		1 00	2 66	1 66	1 83	
12		1 25	2 65	1 40	1 95	
13	☽ P. Q.	1 30	2 66	1 36	1 98	N.
14		1 30	2 30	1 00	1 80	
15		1 14	2 10	0 96	1 62	
16		0 92	1 95	1 03	1 44	
17		1 12	2 10	0 98	1 61	Calme.
18		0 98	2 20	1 22	1 59	
19		1 04	2 28	1 24	1 66	
20	○ P. L.	1 14	2 37	1 23	1 75	N.
21		1 15	2 40	1 25	1 77	
22		1 00	2 36	1 36	1 68	S.
23		0 98	2 28	1 30	1 61	
24		1 10	2 34	1 24	1 72	
25		1 10	2 26	1 16	1 68	
26		1 06	2 14	1 08	1 60	
27		1 14	2 18	1 04	1 66	N.
28		1 32	2 08	0 76	1 70	
29	☾ D. Q.	1 41	2 10	0 69	1 76	
Mars 1		1 36	2 10	0 74	1 73	
2		0 91	1 59	0 68	1 25	
3		0 97	2 06	1 09	1 51	
4		0 87	2 02	1 16	1 44	S.
5		0 70	1 99	1 29	1 35	
6	● N. L.	0 82	2 33	1 51	1 58	
7		0 72	2 55	1 82	1 64	
8		0 59	2 56	1 97	1 58	N.
9		0 64	2 53	1 89	1 58	
10		1 03	2 53	1 50	1 78	
				Moyenne. . .	— 1m64	

REMARQUES et OBSERVATIONS.

Les cotes sont comptées en contre-bas du repère du quai de Suez.

Chaque haute mer est comparée à la moyenne des deux basses mers qui l'ont précédée et suivie ; pour les quelques jours où les observations n'ont pas été faites de 1/4 d'heure en 1/4 d'heure, l'amplitude totale observée a été augmentée de 0m1.

Les observations ont donné pour l'heure de la pleine mer du soir les jours de syzygie :

le 6 février. . . 12 h. 15′
le 20 février. . 12 h. 16′
le 6 mars . . . 11 h. 45′

Moyenne . . 12 h. 05′

L'heure de l'établissement du port de Suez est donc 12 h. 05′.

§ 4. *Fluctuations du niveau de la mer à Suez sous l'influence des marées et des vents.*

1° Influence des marées.

La comparaisons des marées syzygies à Suez et à Brest donne les résultats ci-après :

Amplitudes totales des marées syzygies (moyenne de 3 jours).

DATES.	SUEZ.	BREST.	RAPPORT.
8, 9, 10 février.	$1^m,85$	$6^m,80$	$0^m,27$
22, 23, 24 d°.	1, 30	5, 50	0, 24
7, 8, 9 mars.	1, 89	7, 40	0, 25

Les marées à Suez et à Brest étant sensiblement proportionnelles, on peut déduire des amplitudes syzygies observées, qui correspondent aux coefficients 102, 82 et 115, la plus grande amplitude d'équinoxe, qui correspond au coefficient 117.

$$\left.\begin{array}{ll} \text{8 février} & \dfrac{1^m,96 \times 117}{102} = 2^m\ 25 \\ \text{22 février} & \dfrac{1^m,36 \times 117}{82} = 1\ \ 92 \\ \text{8 mars} & \dfrac{1^m,97 \times 117}{115} = 2\ \ 00 \end{array}\right\} 2^m,06.$$

La demi-amplitude de la marée d'équinoxe est donc. . . . . $1^m,03$

La demi-amplitude des marées moyennes de vive eau est d'environ. . . . . . . $0^m,80$

La demi-amplitude des marées moyennes de morte eau est d'environ. . . . . . $0^m,40$

2° Influence des vents.

Le dépouillement des observations donne les résultats suivants :

Niveau moyen par un temps calme ou niveau d'équilibre.	— 1,55	diff.	0,00
Niveau moyen habituel (moyenne de 34 jours d'observation). . . .	— 1,64	*id.*	— 0,09
Niveau moyen le plus bas, observé le 13 février par un vent du N. .	— 1,98	*id.*	— 0,43
Niveau moyen le plus élevé, observé le 2 mars par un vent du S. . .	— 1,25	*id.*	+ 0,30

D'après les renseignements du capitaine de port, les cotes extrêmes que la mer ait atteint à Suez dans une période de vingt ans, sont:

+ $0^m,00$ par un coup de vent sud;
et — $3^m,23$ par un coup de vent nord;

En retranchant de ces niveaux extrêmes la demi-amplitude de la marée d'équinoxe, on a :

Niveau moyen exceptionnel par un coup de vent du N. . . . . (— 3,23 + 1,03) = — 2,20	dif.	— 0,65
Niveau moyen exceptionnel par un coup de vent du S. . . . . . (+ 0,00 — 1,03) = — 1,03	dif.	+ 0,52

La prédominance des vents du nord sur les vents du sud a donc pour effet d'abaisser le niveau d'équilibre de 0m,09. Le vent du nord abaisse ce niveau de 0m,43 lorsqu'il est fort; et de 0m,65 lorsqu'il est violent. Le vent du sud l'élève de 0m,30 lorsqu'il est fort; et de 0m,52 lorsqu'il est violent.

§ 5. *Observations de marée faites à Tineh, en mai et juin 1847.*

DATES.		Phases de la lune.	Hautes mers.	Basses mers.	Amplitudes.	Niveaux moyens.	Vents régnants.
			—	—		—	
Mai	14	● N. L.	0m84	1m21	0m37	1m02	
	15		0 85	1 21	0 36	1 03	
	16		0 90	1 21	0 31	1 05	
	17		0 93	1 24	0 31	1 09	
	18		0 86	1 11	0 25	0 99	
	19		0 90	1 13	0 23	1 01	
	20		0 92	1 10	0 18	1 01	
	21		0 90	1 11	0 21	1 01	
	22	☽ P. Q.	0 92	1 16	0 24	1 04	
	23		0 97	1 13	0 16	1 05	
	24		0 94	1 03	0 11	1 00	
	25		0 86	1 08	0 22	0 97	
	26		0 78	1 16	0 38	0 97	
	27		0 85	1 16	0 31	1 00	N.
	28		0 92	1 21	0 29	1 06	
	29		0 86	1 16	0 30	1 01	
	30	⊙ P. L.	0 83	1 24	0 14	1 01	
	31		0 87	1 13	0 26	1 00	
Juin	1		0 88	1 19	0 31	1 04	
	2		0 78	1 27	0 49	1 03	
	3		0 90	1 13	0 23	1 01	
	4		1 03	1 12	0 09	1 07	
	5		1 05	1 08	0 03	1 07	
	6	☾ D. Q.	1 04	1 27	0 23	1 16	
	7		0 94	1 27	0 33	1 11	
	8		0 77	1 12	0 35	0 95	
	9		0 66	1 00	0 34	0 83	
	10		0 65	0 95	0 30	0 80	
	11		0 62	1 00	0 38	0 81	
	12		0 60	0 85	0 25	0 73	
	13	⊙ P. L.	0 61	1 01	0 40	0 81	
	14		0 66	1 08	0 42	0 87	S.
	15		0 70	1 00	0 30	0 85	
	16		0 73	0 97	0 24	0 85	
	17		0 73	0 97	0 24	0 85	
	18		0 70	0 95	0 25	0 82	

MOYENNE . . — 0m97

REMARQUES ET OBSERVATIONS.

L'échelle des marées était placée, à la bouche de Tineh, en dedans du cordon littoral.

Le zéro de cette échelle, en contre-bas duquel étaient comptées les cotes, n'a pas été repéré.

Les heures des hautes et basses mers n'ont pas été notées.

Chaque basse mer est comparée à la moyenne des deux pleines mers qui l'ont précédée et suivie.

A défaut d'observations directes des heures de la pleine mer les jours de syzygies, l'heure de l'établissement à Tineh peut être déterminée approximativement, en supposant que la vitesse de propagation de l'onde marée soit la même entre Cagliari et Tineh qu'entre Ceuta et Cagliari.

On obtient ainsi le tableau suivant:

NOMS des ports.	Heure de l'établissem.	Différence.	DISTANCES en lieues marines.
Ceuta.	5 h. 09'		
		3 h. 23'	240
Cagliari.	8 h. 32		
		5 h. 22'	380
Tineh.	1 h. 54		

L'établissement du port de Tineh serait donc 1 h. 54'; il différerait de 2 heures environ de celui de Suez.

§ 6. *Fluctuations du niveau de la mer à Tineh sous l'influence des marées et des vents.*

1° Influence des marées.

La comparaison des marées syzygies observées à Tineh et à Brest donne les résultats ci-après :

Amplitudes totales des marées syzygies (moyenne de 3 jours).

DATES.	SUEZ.	BREST.	RAPPORT.
14, 15, 16 mai.	0,35	6,50	0,054
30, 31 mai, 1er juin. . .	0,32	5,70	0,056
13, 14, 15 juin.	0,37	6,20	0,059
MOYENNE.	0,35	6,13	0,057

Les marées observées dans les deux ports étant sensiblement proportionnelles, et la plus grande marée d'équinoxe à Brest étant de 7m,7, la plus grande marée à Tineh sera (7m,7) (0m,057)=0m,44. Les marées moyennes peuvent être évaluées à 0m,36 en vive eau ; et à 0m,18, en morte eau.

2° Influence des vents.

Le dépouillement des observations donne les résultats suivants :

Niveau moyen habituel, déduit de l'ensemble des observations. . . . . — 0,97

Niveau moyen le plus élevé, observé le 12 juin par un vent du sud . . . . . — 0,73

Niveau moyen le plus bas, observé le 6 juin par un vent de nord. . . . — 1,16

En admettant :

1° Que la prédominance des vents du nord abaisse, comme à Suez, le niveau d'équilibre de . . 0,09

2° Que les influences des vents violents et des vents forts soient, comme à Suez, dans le rapport de 3 à 2;

3° Que l'influence des vents s'exerce également, mais en sens contraire, de part et d'autre du cordon littoral;

4° Que le niveau moyen habituel de la Méditerranée par rapport au quai de Suez est à la côte. . . . . — 2,32

On est conduit au tableau ci-après :

	LAC MENZALEH en dedans du cordon littoral.			MÉDITERRANÉE en dehors du cordon littoral.		
Niveau d'équilibre sans vent. . .	— 2,41	différ.	0,00	— 2,41	différ.	0,00
Niveau moyen habituel.	— 2,50	id.	— 0,09	— 2,32	id.	+ 0,09
Niveau moyen par un vent de N. fort.	— 2,69	id.	— 0,28	— 2,13	id.	+ 0,28
Niveau moyen par un vent de S. fort	— 2,26	id.	+ 0,15	— 2,56	id.	— 0,15
Niveau moyen par un coup de vent du N.	— 2,84	id.	— 0,43	— 1,98	id.	+ 0,43
Niveau moyen par un coup de vent du S.	— 2,18	id.	+ 0,23	— 2,64	id.	— 0,23

Des observations de marée faites d'heure en heure à Alexandrie, en août et septembre 1856, nous permettent de contrôler ces résultats d'observations irrégulières qu'il avait fallu compléter par des inductions théoriques. Ces nouvelles observations à Alexandrie donnent pour la marée la même amplitude qu'à Tineh; et pour l'établissement, la même heure qu'à Suez. La pleine mer devant mettre une heure environ à se propager d'Alexandrie à Péluse, l'établissement de Tineh retarderait d'une heure sur celui de Suez, et non de deux heures, comme nous l'avions trouvé plus haut.

§ 7. *Observations faites sur l'évaporation, au barrage de Saïdieh.*

Évaporation en un mois.

MOIS.	1848.	1849.	1850.	MOYENNE de 2 années.
Janvier.	»	0m069	0m084	0m077
Février.	»	0 152	0 124	0 138
Mars.	»	0 201	0 169	0 185
Avril.	0m288	0 267	0 276	0 277
Mai.	0 374	0 358	0 412	0 381
Juin	0 472	0 408	0 474	0 451
Juillet.	0 451	0 454	»	0 453
Août.	0 359	0 427	»	0 393
Septembre. . .	0 366	0 272	»	0 319
Octobre.	0 201	0 171	»	0 186
Novembre . . .	0 106	0 101	»	0 103
Décembre . . .	0 069	0 072	»	0 070
Évaporation en un an.				3m033

L'évaporation maxima en vingt-quatre heures est de 0m,018.

Le réservoir d'eau avait 1 mètre carré sur 1 mètre de profondeur; il était placé sur la terrasse d'un magasin; les oiseaux s'en servaient comme d'abreuvoir. Les observations faites dans de semblables circonstances ont donné naturellement des résultats exagérés. En réalité, l'évaporation en Égypte est très-inférieure à ces résultats.

CHAPITRE II.

CALCUL DU RÉGIME DES EAUX DANS LE CANAL.

§ 1. *Données générales du problème.*

Niveaux moyens habituels.	Mer Rouge		+ 0^{m}68
	Méditerranée		+ 0 00
Variation des niveaux moyens par un coup de vent du sud.	Mer Rouge		+ 0 61
	Lacs-Amers	Rive sud	— 0 32
		Rive nord	+ 0 32
	Méditerranée		— 0 32
Variation des niveaux moyens par un coup de vent du nord.	Mer Rouge		— 0 56
	Lacs-Amers	Rive sud	+ 0 34
		Rive nord	— 0 34
	Méditerranée		+ 0 34
Demi-amplitude de la marée.	Mer Rouge	Équinoxe	$\pm$ 1 03
		Vive eau	$\pm$ 0 80
		Morte eau	$\pm$ 0 40
	Méditerranée	Équinoxe	$\pm$ 0 22
		Vive eau	$\pm$ 0 18
		Morte eau	$\pm$ 0 09
Établissements des ports.	Méditerranée (port Saïd)		1 h.54′
	Mer Rouge (port de Suez)		11 40′
Dimensions du canal.	Largeur moyenne		85^{m}
	Profondeur		8
	Rayon moyen de la section		6^{m}5
Longueur du canal.	De la mer Rouge aux Lacs-Amers		20,000^{m}
	Traversée des Lacs-Amers		40,000
	Des Lacs-Amers à la Méditerranée		85,000
Superficie de la nappe d'eau.	Lacs-Amers		330,000,000^{mq}
	Canal et lac Timsah		30,000,000
Perte d'eau.	Lacs-Amers par seconde		115^{mc}
	Canal et lac Timsah par jour		2,100,000

En dressant ce tableau d'après les résultats du dépouillement de chaque série d'observations, nous avons supposé :

1° Que la perte d'eau par évaporation et infiltration serait de $0^m,03$ par mètre superficiel, en vingt-quatre heures;

2° Que la perte d'eau par les écluses serait de 1,200,000 mètres cubes, en vingt-quatre heures.

3° Que les dénivellations produites par les vents dans les Lacs-Amers seraient les mêmes que celles qui ont été observées dans le lac Menzaleh.

§ 2. *Régime d'un canal à berges continues.*

1° Courants permanents résultant de la pente.

Pour un canal dont la pente totale est I, et le rayon moyen, $6^m,5$, la vitesse moyenne par seconde (u) et la pente par 5 kilomètres (i) étant liées par la relation : $i = 0,341\, u + 0,23751\, u^2$, on a :

1° En temps ordinaire (les deux mers étant à leurs niveaux moyens habituels),

$I = + 0^m,68$. . . . . $u = + 0,25$.

2° Par un coup de vent du sud ;

$I = + 0^m,68 + 0,61 + 0,32 = + 1,61$. . $u = + 0,42$.

3° Par un coup de vent du nord ;

$I = + 0^m,68 - 0,34 - 0,56 = - 0,22$. . $u = - 0,13$.

2° Courants périodiques résultant du jeu des marées.

w étant la vitesse maxima du courant de marée.
u sa vitesse moyenne.
ω la vitesse de propagation de l'onde marée.
m la demi-amplitude de la marée.
h la profondeur d'eau comptée du niveau moyen.

On a les relations :

$$w = \frac{m\omega}{h \pm \frac{\pi}{4}m}. \qquad u = \frac{2}{\pi}\cdot\frac{m\omega}{h \pm \frac{\pi}{4}m}.$$

Le signe + s'appliquant au flot, et le signe —, au jusant.

La profondeur du canal (h) étant de 8 mètres, et la demi-amplitude de la marée (m) étant inférieure à 1^m,03 dans la mer Rouge, et à 0^m,22 dans la Méditerranée, on peut négliger le terme $\pm \frac{\pi}{4} m$, et déterminer indistinctement les courants de flot et de jusant d'après les relations :

$$w = m\frac{\omega}{h}, \qquad u = \frac{2}{\pi}m\frac{\omega}{h}.$$

La vitesse de propagation de l'onde marée ne dépend que de la profondeur d'eau. Elle sera dès lors dans le canal de Suez sensiblement la même que dans la Loire, la Seine et la Gironde, dont les profondeurs moyennes entre Saint-Nazaire et Nantes, le Havre et Rouen, Blaye et Bordeaux, sont d'environ 8 mètres.

En tenant compte du retard causé par le courant de la rivière, les vitesses de l'onde marée observées dans ces trois fleuves sont :

Dans la Loire.	27 k.	5	à l'heure.
Dans la Seine.	29	5	*id.*
Dans la Gironde	30	»	*id.*
Moyenne. . . .	29 k.		

La vitesse de l'onde marée dans le canal de Suez sera donc d'environ 29 kilomètres à l'heure, ou de 8 mètres par seconde.

On aura donc dès lors :

$$w = m, \qquad u = \frac{2}{\pi} m;$$

et par suite :

1° Pour les courants produits par les marées de la mer Rouge :

En équinoxe.	$m = \pm 1^m 03$	$w = \pm 1{,}03$	$u = \pm 0{,}65$
En vive eau.	$m = \pm 0\ 80$	$w = \pm 0{,}80$	$u = \pm 0{,}51$
En morte eau.	$m = \pm 0\ 40$	$w = \pm 0{,}40$	$u = \pm 0{,}26$

2° Pour les courants produits par les marées de la Méditerranée :

En équinoxe.	$m = \pm 0^m 22$	$w = \mp 0{,}22$	$u = \mp 0{,}14$
En vive eau.	$m = \pm 0\ 18$	$w = \mp 0{,}18$	$u = \mp 0{,}11$
En morte eau.	$m = \pm 0\ 09$	$w = \mp 0{,}09$	$u = \mp 0{,}06$

Les établissements des ports de Suez et de Saïd étant peu différents, les flots et les jusants des deux mers seront presque simultanés. L'onde marée met-

tant environ cinq heures à parcourir le canal, les fluctuations du niveau vers le centre s'élèveront à $(1^m,03 + 0,22) = 1,25$, tandis qu'aux extrémités elles ne seront que de $(1^m,03 - 0,22) = 0,81$.

En combinant les courants de pente avec les courants de marée, et déduisant, au moyen de la formule de Prony, les vitesses sur le fond v des vitesses de masse w et u, on obtient le tableau suivant, qui résume le régime des eaux dans le canal :

1° Régime normal (vents ordinaires et marées moyennes).

1° En vive eau moyenne.	Flot...	Maximum	$w = +0,25 + 0,80 - 0,18 = +0,87$	$v = +0,66$
		Moyen	$u = +0,25 + 0,51 - 0,11 = +0,65$	$v = +0,49$
	Jusant.	Maximum	$w = +0,25 - 0,80 + 0,18 = -0,37$	$v = -0,27$
		Moyen	$u = +0,25 - 0,51 + 0,11 = -0,15$	$v = -0,10$
2° En morte eau moyenne.	Flot...	Maximum	$w = +0,25 + 0,40 - 0,09 = +0,56$	$v = +0,42$
		Moyen	$u = +0,25 + 0,26 - 0,06 = +0,45$	$v = +0,33$
	Jusant.	Maximum	$w = +0,25 - 0,40 + 0,09 -\ 0,06$	$v = -0,04$
		Moyen	$u = +0,25 - 0,26 + 0,06 +\ 0,05$	$v = -0,03$

2° Régime exceptionnel (marées d'équinoxe et coup de vent).

1° Vent du nord.	Flot...	Maximum	$w = -0,13 + 1,03 - 0,22 = +0,68$	$v = +0,51$
		Moyen	$u = -0,13 + 0,65 - 0,18 = +0,34$	$v = +0,24$
	Jusant.	Maximum	$w = -0,13 - 1,03 + 0,22 = -0,94$	$v = -0,73$
		Moyen	$u = -0,13 - 0,65 + 0,18 = -0,60$	$v = -0,45$
2° Vent du sud.	Flot...	Maximum	$w = +0,42 + 1,03 - 0,22 + 1,23$	$v = +1,00$
		Moyen	$u = +0,42 + 0,65 - 0,18 + 0,89$	$v = +0,68$
	Jusant.	Maximum	$w = +0,42 - 1,03 + 0,22 - 0,39$	$v = -0,28$
		Moyen	$u = +0,42 - 0,65 + 0,18 - 0,05$	$v = -0,03$

Si deux barrages éclusés étaient établis aux deux

extrémités du canal, celui de la Méditerranée restant fermé et celui de la mer Rouge n'étant ouvert que pendant le flot, les eaux pourraient être surélevées dans le canal jusqu'au moment où les gains de flots seraient compensés par la perte d'eau dans le canal et le lac Timsah. En supposant la ligne d'eau du canal à $0^m,30$ au-dessus du niveau moyen de la mer Rouge, l'amplitude moyenne de la marée serait de :

$$\frac{0,80 + 0,40}{2} - 0,30 = 0^m,30;$$

et la vitesse moyenne du courant de flot, dont la durée ne serait plus que de trois heures, serait de $0^m,19$.

La masse d'eau que l'on pourrait introduire dans le canal en un jour serait de :

$$(0,19)\ (\overline{65} \times 8)\ (21.600) = 2.134.080^{mcc}.$$

Elle compenserait à très-peu près la perte, évaluée à $2.100.000^{mcc}$.

Les barrages éclusés permettraient donc de surélever le niveau moyen du canal de :

$$(0,68 + 0,30) - \frac{0,68}{2} = 0^m,64.$$

En admettant que la profondeur assignée au canal préexiste dans la traversée des Lacs-Amers sur 15 kilomètres, le cube des déblais économisés par la surélévation de la ligne d'eau, serait de :

$$(0{,}64)\ (50)\ (130.000) = 4.160.000^{mc};$$

soit en nombre rond quatre millions de mètres cubes.

§ 3. *Régime d'un canal sans berges dans la traversée des Lacs-Amers.*

1° Courants de pente.

1° En temps ordinaire, les deux mers étant à leurs niveaux moyens habituels,

La différence des débits en amont et en aval des Lacs-Amers devant suppléer à la perte d'eau des lacs, en désignant par u et i, u' et i' les vitesses moyennes par seconde, et les pentes par 5 kilomètres dans les sections sud et nord du canal, on aura les relations :

$$u - u' = \frac{115^{m\ cc}}{65 \times 8} = 0^{m},221 \qquad i = 0{,}03413\,u + 0{,}23751\ u^2$$

$$4.\,i + 17\,i' = 0^{m},68 \qquad i' = 0{,}03413\,u' + 0{,}23751\ u'^2.$$

On en déduit :

$$\mathrm{I} = 4i = 0^{m},28 \qquad u = 0^{m},472$$

$$\mathrm{I}' = 17\,i' = 0\ \ 40 \qquad u' = 0\ \ 251.$$

2° Par un coup de vent du sud :

$$\mathrm{I} = 0{,}28 + 0{,}61 + 0{,}32 = +1^{m},21\ldots \quad u = +1^{m},06$$

$$\mathrm{I}' = 0{,}40 + 0{,}32 + 0{,}32 = +1\ \ 04\ldots \quad u = +0\ \ 45.$$

En vingt-quatre heures, le niveau normal des Lacs-Amers varierait de :

$$\frac{0{,}60\ (520)\ (86400)}{330000000} - 0{,}03 = (0{,}60)\ (0{,}136) - 0{,}03 = +0^{m},05$$

3° Par un coup de vent du nord :

$I = +0{,}28 - 0{,}56 - 0{,}34 = -0{,}62 \quad u = -0^{m},73$
$I' = +0{,}28 - 0{,}34 - 0{,}34 = -0{,}40 \quad u' = -0^{m},25$

En vingt-quatre heures, le niveau normal des Lacs-Amers varierait de :

$$-(0{,}48)(0{,}136) - 0{,}03 = -0{,}06 - 0{,}03 = -0^{m},09.$$

Les coups de vent ne persistant pas plus de deux à trois jours, la perturbation qu'ils apportent au régime normal des courants, n'altérera pas sensiblement le niveau des Lacs-Amers.

2° Courants de marée.

La vitesse maxima w et la vitesse moyenne u étant données par les relations ($w = m$) et ($u = \frac{2}{\pi} m$), on a :

1° Pour les marées de la mer Rouge :

En équinoxe,	$m = \pm 1{,}03$	$w = \pm 1{,}03$	$u = \pm 0{,}65$
En vive eau,	$m = \pm 0{,}80$	$w = \pm 0{,}80$	$u = \pm 0{,}51$
En morte eau,	$m = \pm 0{,}40$	$w = \pm 0{,}40$	$u = \pm 0{,}26$

2° Pour les marées de la Méditerranée :

En équinoxe,	$m = \pm 0{,}22$	$w = \mp 0{,}22$	$u = \mp 0{,}14$
En vive eau,	$m = \pm 0{,}18$	$w = \mp 0{,}18$	$u = \mp 0{,}11$
En morte eau,	$m = \pm 0{,}09$	$w = \mp 0{,}09$	$u = \mp 0{,}06$

En six heures de flot, le niveau des Lacs-Amers varierait donc :

1° Pour les marées de la mer Rouge :

En équinoxe, de . . . (0,65) (0,034) = 0m,022.
En vive eau, de . . . . (0,51) (0,034) = 0m,017.
En morte eau, de . . . (0,26) (0,034) = 0m,009.

2° Pour les marées de la Méditerranée :

En équinoxe, de . . . (0,14) (0.034) = 0m,005.
En vive eau, de . . . . (0,11) (0,034) = 0m,004.
En morte eau, de . . . (0,06) (0,034) = 0m,002.

L'établissement de Tineh retardant de près de deux heures sur celui de Suez, et l'onde-marée devant mettre trois ou quatre heures à se propager jusqu'aux Lacs-Amers, les deux effets se contrarieraient. Dès lors, l'amplitude de la marée dans ces lacs ne dépasserait pas 0m,017 en équinoxe, 0m,013 en vive eau et 0m,007 en morte eau. Les Lacs-Amers conserveraient donc un niveau à très-peu près constant, et l'influence de la marée ne pourrait s'étendre au delà.

En combinant, pour chaque section du canal, les courants de pente u et les courants maxima de marée w, et déduisant les vitesses sur le fond des vitesses de masse, on arrive à résumer, ainsi qu'il suit, les plus grandes vitesses que les eaux puissent prendre sur le fond, dans un canal interrompu par les Lacs-Amers, dans l'hypothèse que l'interposition de ces lacs ne ferait qu'empêcher l'onde-marée de se propager au delà.

		SECTION DU SUD. Vitesses de masse.	SECTION DU SUD. Vitesses maxima sur le fond.	SECTION NORD. Vitesses de masse.	SECTION NORD. Vitesses maxima sur le fond.
RÉGIME NORMAL (*vents ordinaires et marées moyennes.*)					
1° En vive eau.	Flot.	w = + 0,47 + 0,80 = + 1,27	v = + 1,03	w = + 0,25 − 0,18 = + 0,07	v = + 0,0[illegible]
		w = + 0,47 + 051 = + 0,98	v = + 0,76	w = + 0,25 − 0,11 = + 0,14	v = + 0,0[illegible]
	Jusant	w = + 0,47 − 0,80 = − 0,33	v = − 0,23	w = + 0,25 + 0,18 = + 0,43	v = + 0,31
		w = + 0,47 − 0,51 = − 0,04	v = − 0,03	w = + 0,25 + 0,11 = + 0,36	v = + 0,26
2° En morte eau.	Flot.	w = + 0,47 + 0,40 = + 0,87	v = + 0,66	w = + 0,25 − 0,09 = + 0,16	v = + 0,11
		w = + 0,47 + 0,26 = + 0,73	v = + 0,55	w = + 0,25 − 0,06 = + 0,19	v = + 0,13
	Jusant	w = + 0,47 − 0,40 = + 0,07	v = + 0,05	w = + 0,25 + 0,09 = + 0,34	v = + 0,24
		w = + 0,47 − 0,26 = + 0,21	v = + 0,14	w = + 0,25 + 0,06 = + 0,31	v = + 0,22
RÉGIME EXCEPTIONNEL (*marée d'équinoxe et coup de vent.*)					
1° Vent du nord.	Flot.	w = − 0,73 + 1,03 = + 0,30	v = + 0,21	w = − 0,25 − 0,22 = − 0,47	v = − 0,34
		w = − 0,73 + 0,65 = − 0,08	v = − 0,06	w = − 0,25 − 0,18 = − 0,43	v = − 0,31
	Jusant	w = − 0,73 − 1,03 = − 1,76	v = − 1,43	w = − 0,25 + 0,22 = − 0,03	v = − 0,02
		w = − 0,73 − 0,65 = − 1,38	v = − 1,10	w = − 0,25 + 0,18 = − 0,07	v = − 0,06
2° Vent du sud.	Flot.	w = + 1,06 + 1,03 = + 2,09	v = + 1,73	w = + 0,45 − 0,22 = + 0,23	v = + 0,16
		w = + 1,06 + 0,65 = + 1,71	v = + 1,39	w = + 0,45 − 0,18 = + 0,27	v = + 0,19
	Jusant	w = + 1,06 − 1,03 = + 0,03	v = + 0,02	w = + 0,45 + 0,22 = + 0,67	v = + 0,50
		w = + 1,06 − 0,65 = + 0,41	v = + 0,30	w = + 0,45 + 0,18 = + 0,63	v = + 0,46

Ces résultats ont été obtenus en supposant que l'interposition des Lacs-Amers ne ferait qu'annuler l'onde-marée dans la section d'aval, tandis qu'il paraît certain qu'elle l'empêcherait en outre de se former dans la section d'amont, trop courte pour le libre développement d'une onde dont la vitesse serait de 29 kilomètres à l'heure. En considérant, par exemple, la section sud du canal, qui n'a guère que 20 kilomètres de longueur, on ne peut pas concevoir comment une onde dont le sommet et le creux devraient être séparés par un intervalle d'environ 174 kilomètres, pourrait s'y propager. Les eaux conserveraient un niveau invariable à l'extrémité nord, tandis qu'elles s'élèveraient et s'abaisseraient, à l'extrémité sud, de la dernière amplitude de la marée de la mer Rouge. La ligne d'eau s'inclinerait graduellement vers les Lacs-Amers pendant le flot; et vers Suez, pendant le jusant.

Il n'y aura donc pas en réalité de courants de marée dans le canal, mais seulement des courants de pente dont la vitesse maxima, dans chaque section, se manifesterait au moment du plein et du bas de l'eau dans la mer voisine et ne durerait qu'un instant. Ces vitesses limites, dans un canal à deux sections séparées par les Lacs-Amers, sont résumées dans le tableau suivant :

PENTES ET VITESSES LIMITES

DANS UN CANAL INTERROMPU PAR LES LACS-AMERS.

	A L'INSTANT de la pleine ou basse mer à Suez.	PENTE TOTALE DE LA LIGNE D'EAU. SECTION DE LA MER ROUGE AUX LACS-AMERS.	VITESSES de masse.	VITESSES sur le fond.
Beau temps et marée moyenne de vive eau.	Pleine mer	$I=+0{,}28+0{,}80=+1{,}08$	$w=+1{,}00$	$v=+0{,}77$
	Basse mer	$I'=+0{,}28-0{,}80=-0{,}52$	$w'=-0{,}67$	$v'=-0{,}48$
Beau temps et marée moyenne de morte eau.	Pleine mer	$I=+0{,}28+0{,}40=+0{,}68$	$w=+0{,}77$	$v=+0{,}58$
	Basse mer	$I'=+0{,}28-0{,}40=-0{,}12$	$w'=-0{,}30$	$v'=-0{,}21$
Coup de vent du N. et plus grande marée d'équinoxe.	Pleine mer	$I=-0{,}62+1{,}03=+0{,}41$	$w=+0{,}59$	$v=+0{,}44$
	Basse mer	$I'=-0{,}62-1{,}03=-1{,}65$	$w'=-1{,}25$	$v'=-0{,}97$
Coup de vent du S. et plus grande marée d'équinoxe.	Pleine mer	$I=+1{,}21+1{,}03=+2{,}24$	$w=+1{,}45$	$v=+1{,}16$
	Basse mer	$I'=+1{,}21-1{,}03=+0{,}18$	$w'=+0{,}37$	$v'=+0{,}27$

	A L'INSTANT de la pleine ou basse mer à Saïd.	PENTE TOTALE DE LA LIGNE D'EAU. SECTION DES LACS-AMERS A LA MÉDITERRANÉE.	VITESSES de masse.	VITESSES sur le fond.
Beau temps et marée moyenne de vive eau.	Pleine mer	$I=+0{,}40-0{,}18=+0{,}22$	$w=+0{,}18$	$v=+0{,}12$
	Basse mer	$I'=+0{,}40+0{,}18=+0{,}58$	$w'=+0{,}31$	$v'=+0{,}22$
Beau temps et marée moyenne de morte eau.	Pleine mer	$I=+0{,}40-0{,}09=+0{,}31$	$w=+0{,}21$	$v=+0{,}14$
	Basse mer	$I'=+0{,}40+0{,}09=+0{,}49$	$w'=+0{,}28$	$v'=+0{,}20$
Coup de vent du N. et plus grande marée d'équinoxe.	Pleine mer	$I=-0{,}40-0{,}22=-0{,}62$	$w=-0{,}33$	$v=-0{,}23$
	Basse mer	$I'=-0{,}40+0{,}22=-0{,}18$	$w'=-0{,}15$	$v'=-0{,}11$
Coup de vent du S. et plus grande marée d'équinoxe.	Pleine mer	$I=+0{,}04-0{,}22=+0{,}82$	$w=+0{,}36$	$v=+0{,}26$
	Basse mer	$I'=+1{,}04+0{,}22=+1{,}26$	$w'=+0{,}48$	$v'=+0{,}36$

Les plus grandes vitesses par seconde que les eaux puissent prendre sur le fond, et qu'elles n'atteindront que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles et pendant un instant, sont donc :

Pour la section sud du canal,
creusée dans l'argile. . . . . $+ 1^m,16$ et $- 0^m,97$
Pour la section nord du canal,
creusée dans le sable. . . . . $+ 0^m,35$ et $- 0^m,23$

Les berges du canal n'auraient dès lors besoin d'être protégées que sur les quelques points de la section sud du canal, où l'argile ne serait pas compacte.

Paris, 15 juin 1856.

Le secrétaire de la Commission,

LIEUSSOU.

ANNEXE III.

EXTRAITS
DES
PROCÈS-VERBAUX
DES SÉANCES
DE LA COMMISSION INTERNATIONALE
EN ÉGYPTE.

EXTRAITS

DES

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES

DE LA COMMISSION INTERNATIONALE

DU

CANAL DE SUEZ.

N° 1.

SÉANCE DU 30 OCTOBRE 1855,

A PARIS.

La Commission internationale du canal de Suez, formée par M. Ferdinand de Lesseps, au nom de S. A. Mohammed-Saïd, Vice-roi d'Égypte, se compose de :

MM. RENDEL et MAC-CLEAN, ingénieurs, à Londres;
CONRAD, ingénieur en chef du Water-Staat, à la Haye;

Lentzé, conseiller du Ministère du commerce et des travaux publics, ingénieur en chef des travaux hydrauliques de la Prusse, à Berlin ;

De Négrelli, conseiller de cour, inspecteur général des chemins de fer de l'Autriche, à Vienne ;

Paléocapa, ingénieur, ministre des travaux publics de Sardaigne, à Turin ;

Renaud, inspecteur général et membre du conseil général des Ponts et chaussées, à Paris ;

Et Lieussou, ingénieur hydrographe de la marine impériale, à Paris.

Postérieurement à cette réunion, la Commission s'est complétée par l'adjonction de M. Charles Manby, secrétaire de l'Institut des ingénieurs civils de Londres; de M. Cipriano Segundo Montésino, directeur général des travaux publics à Madrid; de M. Harris, capitaine de la marine britannique, de M. Rigault de Genouilly, contre-amiral de la marine impériale de France, et de M. Jaurès, capitaine de vaisseau, membre du conseil de l'amirauté.

La Commission internationale est appelée à donner son avis sur l'Avant-projet d'un canal de grande navigation entre la Méditerranée et la mer Rouge, et à arrêter le programme détaillé des travaux.

Dans une première réunion, où M. Rendel était représenté par M. l'ingénieur Pôle, la Commission, après un examen préalable de l'Avant-projet dressé par MM. Linant-Bey et Mougel-Bey, ingénieurs de S. A. le Vice-roi d'Égypte, a pris les résolutions suivantes :

1° La Commission internationale se rendra en Égypte

pour y étudier, sur les lieux, le problème de la jonction des deux mers ;

2° Pendant la durée de cette étude, un agent spécial lèvera un plan d'ensemble de la baie de Péluse, pour compléter et vérifier les profils que M. de Négrelli a fait exécuter, en 1847, dans le fond de cette baie.

Le secrétaire,
LIEUSSOU.

Le président,
F. W. CONRAD.

N° 2.

SÉANCE DU 31 OCTOBRE 1855,

A PARIS.

Étaient présents, MM. Mac-Clean, Conrad, Lentzé, Paléocapa, Renaud et Lieussou.

M. Ferdinand de Lesseps communique à la Commission une note de M. Sarti, ingénieur italien, sur l'Avant-projet des ingénieurs de S. A. le Vice-roi, présents à la séance. Cette note, dont l'examen est ajourné, peut se résumer ainsi qu'il suit :

« Les barrages éclusés conçus en vue de profiter du jeu des marées à Suez pour surélever la ligne d'eau du canal, coûteront plus cher que le dragage du terrain sur 1m,50 de hauteur qu'ils ont pour but d'économiser ; ils n'élèveront pas sensiblement le niveau des eaux dans le canal, et limiteront à vingt-quatre par jour le nombre des navires qui pourront le traverser. Il y a donc lieu de renoncer à l'idée des barrages éclusés, isolant le canal de ses deux avant-ports, et de se borner à creuser d'une mer à l'autre un chenal de 8 mètres de profondeur. »

A première vue, le canal de Suez peut aboutir ou dans le golfe de Péluse, en coupant l'isthme dans sa moindre largeur, ou à Alexandrie, en traversant la basse Égypte

et le Nil. En présence du tracé direct par Péluse, dont l'Avant-projet lui est soumis, et du tracé indirect par Alexandrie, présenté, dans quelques publications récentes, comme le seul praticable, la Commission internationale décide, avec l'assentiment de M. Ferdinand de Lesseps parlant au nom de S. A. le Vice-roi d'Égypte, qu'elle étudiera la question du canal des deux mers sans s'astreindre à aucun des tracés proposés.

En explorant à ce point de vue général la basse Égypte et l'isthme de Suez, elle consignera dans une série de procès-verbaux les résultats partiels de ses études. Ces procès-verbaux, dressés sur les lieux, pour être communiqués à ceux des membres de la Commission que leurs fonctions ou l'état de leur santé auraient empêchés de se rendre en Égypte, établiront les bases principales du projet de canal pour la jonction des deux mers. Le programme détaillé des travaux sera ultérieurement arrêté en Europe en assemblée générale et formulé dans un rapport d'ensemble.

Le secrétaire, *Le président,*

LIEUSSOU. F. W. CONRAD.

N° 3.

SÉANCE DU 18 NOVEMBRE 1855,

A ALEXANDRIE.

Étaient présents, MM. Mac-Clean, Conrad, de Négrelli, Renaud et Lieussou.

M. de Négrelli communique à la Commission :

1° Les profils du fond en avant de la plage de Péluse, qu'il a fait relever en 1847 ;

2° Le tracé du canal projeté par lui en 1847, lequel ne diffère pas sensiblement du tracé proposé par les ingénieurs de S. A. le Vice-roi ;

3° Le plan d'ensemble de la baie de Suez levé par Moresby, et publié à Londres en 1843, à l'échelle de 1 millimètre pour 75 mètres.

La Commission donne ses instructions à M. Larousse, sous-ingénieur hydrographe, que le ministre de la marine de France a mis aux ordres de M. Lieussou pour faire la reconnaissance hydrographique de la baie de Péluse. Cet ingénieur, tout en portant quelques sondages dans les grands fonds du large, devra surtout étendre son travail

au N. O. de Péluse jusqu'à Ghémil, en le poussant, s'il est possible, jusqu'à Damiette.

La Commission internationale se constitue en nommant M. Conrad président; et M. Lieussou, secrétaire.

Le secrétaire, LIEUSSOU.

Le président, F. W. CONRAD.

N° 4.

SÉANCE DU 20 NOVEMBRE 1855,

A ALEXANDRIE.

Étaient présents, MM. Conrad, de Négrelli, Renaud, Mac-Clean et Lieussou.

La Commission adopte l'échelle de $\frac{1}{50\,000}$ pour le plan général de la baie de Péluse, et l'échelle de $\frac{1}{10\,000}$ pour le plan particulier de la région de la baie où devra déboucher le canal.

En explorant, le 19 et le 20 novembre, la rade d'Alexandrie et la côte de Ramlé, la Commission a constaté les faits suivants :

1° De la pointe du Marabout à la pointe du fort d'Aboukir, les roches de la côte et les têtes des récifs sont formées de grès calcaires très-friables, qui présentent des traces évidentes de destruction ;

2° Les débris sablonneux de ces grès, en s'accumulant sous l'abri des récifs et dans les découpures de la côte, ont formé, à l'ouest d'Alexandrie, le banc du Grand-Port et la plage du Marabout, et, à l'est, les plages du Port-Neuf et de Ramlé ;

3° Aux abords d'Alexandrie, la côte, affouillée sur certains points et atterrie sur d'autres par une cause toute

locale, parait à l'abri des apports de sable venus d'ailleurs ;

4° Les effets de ces érosions et de ces atterrissements sont, à bien dire, insensibles. La côte parait invariable. Les bains romains récemment découverts à Ramlé sont au bord de l'eau comme à l'époque même où ils furent fondés ;

5° Les sables mouvants en avant de la côte sont bouleversés dans les tourmentes et portés vers l'est ou vers l'ouest, suivant la direction du vent. En s'accumulant sur les deux faces de la digue construite par Alexandre pour relier l'ilot du Phare au rivage, ils ont formé l'emplacement sur lequel est bâtie la ville actuelle d'Alexandrie. Toute nouvelle jetée, qui empêcherait ce va-et-vient des sables le long de la côte, provoquerait dans la rade d'Alexandrie un atterrissement analogue.

Le secrétaire, LIEUSSOU.

Le président, F. W. CONRAD.

N° 5.

SÉANCE DU 20 DÉCEMBRE 1855,

A SUEZ.

Étaient présents, MM. Conrad, Renaud, de Négrelli, Mac-Clean et Lieussou.

M. le président lit la lettre suivante, adressée à la Commission internationale par M. Ferdinand de Lesseps, au nom de S. A. le Vice-roi d'Égypte :

Suez, 16 décembre 1855.

« Messieurs,

» Nous venons de parcourir l'Égypte, où vous avez
» étudié le système de la canalisation du pays. Au mo-
» ment où vous allez commencer dans l'isthme de Suez
» vos importants travaux, je crois devoir vous rappeler
» que Son Altesse Mohammed-Saïd n'a voulu vous indi-
» quer aucune espèce de programme. Si le prince m'a
» invité à vous réunir dans le principal but d'examiner
» l'Avant-projet de ses ingénieurs, MM. Linant-Bey et
» Mougel-Bey; s'il a donné la préférence à un tracé di-
» rect de Suez à Péluse, sur un autre tracé qui a été
» soumis au public dans un article rédigé par M. Paulin

» Talabot; s'il a jugé utile aux intérêts de l'Empire Otto-
» man d'imposer sous ce rapport certaines limites à la
» Compagnie concessionnaire, il est bien entendu qu'il
» ne trace aucune limite à la science. Il désire donc que
» la Commission internationale se livre sans la moindre
» réserve à ses investigations sur tous les tracés connus
» depuis cinquante ans, afin que sa sentence souveraine
» puisse être rendue en toute liberté, et que plus tard il
» ne puisse rester dans les esprits aucun doute sur le
» meilleur moyen de faire communiquer la mer Méditer-
» ranée avec le golfe Arabique.

» Veuillez agréer, Messieurs, les assurances de ma
» haute estime et de mon entier dévouement,

» FERD. DE LESSEPS. »

Cette lettre rappelle et confirme les communications verbales faites par M. F. de Lesseps à la Commission internationale dans sa première réunion à Paris. En l'autorisant à étudier en toute liberté, sans autre préoccupation que celle des intérêts du transit entre l'Europe et l'Inde, la question du canal de grande navigation à ouvrir à travers l'Égypte, elle consacre officiellement le but que la Commission assignait elle-même à ses travaux dans la séance du 31 octobre 1855.

Après avoir séjourné à Suez durant quatre jours, qui ont été employés à sonder la rade, à consulter les pilotes indigènes, à visiter les carrières d'Attaka et du littoral d'Asie, la Commission formule ainsi qu'il suit les renseignements qu'elle a obtenus et les faits qu'elle a observés.

État des lieux. — Les anciens plans de la baie de

Suez sont trop défectueux et trop incomplets pour que l'on puisse déduire de leur comparaison des enseignements utiles sur le régime des atterrissements. La seule induction qu'on puisse en tirer, c'est l'invariabilité de la configuration générale des plages et des bancs qui forment l'enceinte de la rade. Le plan levé par Moresby et publié en 1843 à l'échelle de $\frac{1}{75\,000}$, est le seul exact. La commission l'a vérifié et complété au moyen de sondages détaillés; il pourra dès lors servir à la discussion du projet de port et à l'évaluation de la dépense des travaux.

Qualités nautiques de la rade. — La rade de Suez est vaste et sûre. Elle peut contenir plus de cinq cents bâtiments de toute grandeur. On y trouve depuis 5 jusqu'à 13 mètres d'eau, sur un fond de vase molle d'une excellente tenue. La corvette la *Zénobia*, qui sert de magasin de charbon aux bateaux-poste de l'Inde, y est mouillée depuis trois ans, dans la région la plus exposée, sans que ses ancres aient bougé, et sans que ses communications avec la terre aient été interrompues un seul jour. Ce fait remarquable, affirmé par le capitaine, vérifié sur son livre de loch, et confirmé par les pratiques de Suez, démontre à lui seul l'excellence du mouillage. Deux passes profondes et saines, assez larges pour le louvoyage et s'ouvrant en mer, de part et d'autre d'un banc de roche, par des hauteurs d'eau de 16 à 17 mètres, permettent de le prendre et de le quitter en tout temps. Au S. O. de ce banc de roche, l'anse formée par la pointe d'Attaka (Ras-el-Adabieh) offre un second mouillage d'une étendue égale et d'une sûreté comparable. La rade

de Suez possède donc naturellement toutes les qualités désirables, comme tête du canal des deux mers. Pour l'approprier à cette grande destination, il suffira d'en éclairer les abords par un phare et un feu flottant, et de baliser quelques têtes de récifs, qui en limitent au N. O. l'étendue navigable.

Vents. — Le vent de la partie N. N. O. domine en toute saison. De mars en décembre, il règne presque exclusivement; de décembre en mars, il alterne avec les vents des parties O. S. O. et S. S. E. Le vent de la partie E. N. E. est inconnu.

Le vent de N. N. O. est parfois très-violent; mais il souffle franchement par-dessus les terres basses de l'isthme, et n'est jamais dangereux.

Le vent d'O. S. O. est souvent tempétueux et tombe par violentes rafales des gorges de l'Attaka; il interdit aux petits navires le louvoyage près de terre dans la région O. de la rade, et soulève une assez forte houle dans la région E.

Le vent du S. S. E., qui vient du large et qui pourrait seul amener une grosse mer sur rade, est généralement peu violent, et ne persiste pas au delà de trois ou quatre jours. Les vagues qu'il soulève, incessamment déviées et déformées en se propageant dans un bras de mer étroit et sinueux, amorties ou brisées par les pointes et les récifs qui resserrent l'entrée de la rade, ne sont guère plus fortes au mouillage que celles qui sont soulevées par les vents de terre quand ils sont violents.

Fluctuations du niveau. — Les vents du N. abaissent le niveau des eaux, et les vents du S. l'élèvent. D'après

les renseignements du capitaine de port, confirmés par l'examen des laisses, la différence entre les niveaux extrêmes est de 3m,2. L'amplitude de la marée d'équinoxe, déduite de la marée syzygie du 25 novembre 1847, qu'a observée M. Bourdaloue, étant de 2m,2, la variation du niveau due à l'action propre des vents N. O. et S. E. s'élèverait à 1 mètre. Ces chiffres, qui reposent sur de simples renseignements et sur une seule observation de marée, exigeraient une vérification.

La connaissance exacte des variations du niveau de la mer Rouge, sous l'influence du vent et de la marée, étant indispensable pour apprécier l'utilité des barrages éclusés projetés à Suez et à Péluse, la Commission demande que ces variations soient observées de demi-heure en demi-heure pendant une lunaison entière. Elle désirerait en outre que des observations analogues fussent faites simultanément dans la Méditerranée.

Courants. — Les courants sont faibles, et ils ne sont bien sensibles que près des pointes et sur les hauts-fonds. Ils ne contournent point la baie, et ils portent toujours dans le même sens sur les rives E. et O. Ils sont plus vifs sur la rive E., probablement à cause de l'appel exercé par la lagune qui forme le port de Suez.

Atterrissements. — La mer Rouge ne reçoit aucun cours d'eau; ses côtes, formées de roches dures, résistent en général à l'action destructive des vagues. Les rares dépôts alluvionnaires qu'on y rencontre proviennent des débris de coquilles et de madrépores rejetés sur les rives, et des vases, des sables et des galets, que les pluies torrentielles entraînent à la mer.

Les plages de la baie de Suez sont composées de matières arénacées, où dominent les débris de coquilles et de madrépores. La configuration et l'étendue en paraissent immuables. L'enceinte de la rade est formée, à l'O. et au N. par des plages à pentes douces dont les abords sont semés de plateaux de roches, à l'E. par un banc accore et dur, qui a une tendance marquée à se lapidifier. La surface de ce banc, où les sables et les débris de coquilles sont déjà fortement agglutinés, n'a pas encore acquis la consistance de la roche. Mais elle a la plns grande analogie avec les bancs de grès calcaires, de formation contemporaine, que l'on rencontre au niveau des hautes mers sur qnelques autres points de la rive d'Asie.

Le fond de la rade, à partir des profondeurs de 4 à 5 mètres, est couvert d'une vase molle mélangée de débris de coquilles; il ne paraît pas s'être exhanssé sensiblement depuis des siècles. La tenue des ancres et la limpidité constante des eaux sur rade attestent que le fond n'y est que peu ou point remué dans les gros temps.

Les dépôts de sable et de vase qui forment l'enceinte de la rade ou en tapissent le fond n'éprouvant que des accroissements et des déplacements insensibles, le port à créer à Suez ne sera que peu ou point menacé par les alluvions.

Carrières. — Les calcaires de l'Attaka offrent à la surface de nombrenses fissnres; mais ils sont durs et compactes sur les points assez rares où la roche vive apparaît à nu. Cette roche vive a la plus grande analogie avec les pierres de taille extraites des environs du Caire, qui ont servi à la construction des Pyramides. Il y a donc

lieu d'espérer, avec les ingénieurs de S. A. le Vice-roi, que les montagnes calcaires de l'Attaka présenteront, à proximité de la mer, des matériaux propres à toute espèce de construction. Sans compter uniquement sur cette ressource éventuelle, dont des recherches ultérieures constateront la réalité, la Commission a reconnu que les travaux maritimes au port de Suez pourront être exécutés, savoir : l'enrochement avec les blocs calcaires de l'Attaka, pris sur la rive O. de la rade ; la maçonnerie, pour les couronnements et les parapets, avec les pierres de taille extraites des carrières de grès de M'Salem, situées sur la rive E. Ces grès, très-faciles à tailler, durcissent à l'air, surtout lorsqu'ils sont mouillés par l'eau de mer. On les a employés avec succès à la construction du quai actuel de Suez.

Projet de port. — Après avoir recueilli ces données préalables sur les qualités naturelles de la rade de Suez et sur les ressources qu'elle présente pour la construction d'un port, la Commission examine les dispositions proposées pour y faire déboucher le canal.

Le tracé à l'O. de la ville, indiqué par M. Talabot, augmente le parcours d'environ 6 kilomètres, à travers des terres élevées, pour porter l'entrée du port dans la région N. O. de la rade, qui est la moins accore et la moins saine. L'orientation du chenal dans la direction du vent dominant du N. N. O. interdit l'entrée à la voile. Le môle d'abritement de 2,000 mètres projeté à l'E., pour parer aux dangers imaginaires de la grosse mer et des sables mouvants, est de tout point inutile.

Les dispositions de ce projet de port accusent des

données inexactes sur l'état des lieux et sur le régime des vents de la mer et des atterrissements dans la rade de Suez. La Commission l'écarte à l'unanimité.

Le tracé à l'E. de la ville, indiqué dans l'Avant-projet des ingénieurs de S. A. le Vice-roi, est plus court, moins coûteux, et porte l'entrée du port dans une région de la rade accore et saine. Il donne au chenal une direction qui l'abrite de la mer du large, et qui permet d'y entrer et d'en sortir à la voile par tous les vents.

Le choix de l'emplacement du port et la direction générale du chenal sont donc parfaitement justifiés. Mais, si les dispositions générales de l'avant-projet sont irréprochables, les dispositions de détail laissent à désirer :

1° Le bassin de retenue, imaginé pour faciliter l'introduction du flot dans le canal et pour donner au besoin des chasses dans l'Avant-port, est inutile.

2° L'endiguement du chenal entre Suez et l'accore du banc qui forme l'enceinte de la rade, est une précaution qui n'est pas justifiée. La portion du chenal à ouvrir en mer est évidemment la seule qui ait besoin d'être protégée par des jetées.

Un membre, considérant la nature du fond et la faiblesse des vagues, ne croit même pas à la nécessité de cette protection, et il propose la suppression radicale des jetées. La fermeté des dépôts de sable et leur tendance à se lapidifier, lorsqu'ils sont mouillés par l'eau de mer, lui paraissent des garanties suffisantes pour le maintien d'un chenal abrité par des levées en sable qui proviendraient du creusement.

3° La largeur de 100 mètres, assignée à l'avant-port,

est insuffisante pour la facilité des mouvements d'entrée et de sortie.

D'après ces considérations, la Commission internationale arrête ainsi qu'il suit les dispositions générales du plan des travaux à exécuter à Suez :

1° Le port actuel de Suez sera approfondi, à 8 et 9 mètres au-dessous de la basse mer, sur une superficie d'environ 20 hectares. Il servira de débouché au canal et communiquera avec la rade par un avant-port, formé par un large chenal courant, en ligne droite, du N. N. E. au S. S. O.;

2° En dehors du banc de sable qui forme l'enceinte de la rade, ce chenal sera protégé par deux jetées à pierres perdues, poussées jusqu'aux profondeurs de 9 mètres;

3° Ces deux jetées auront 6 mètres de largeur au couronnement, et seront surmontées d'un parapet d'un mètre de hauteur;

4° L'enrochement sera fait en blocs naturels pris au pied de l'Attaka, sur la rive O. de la rade. La maçonnerie, pour le couronnement et le parapet, sera construite en pierres de taille, extraites des carrières de M'Salem ou de l'Attaka;

5° L'entrée de la rade sera éclairée par un feu flottant et par un phare, et l'entrée du port, par un fanal. Les récifs, qui existent au pourtour de la rade, seront balisés ou signalés par des bouées.

Le secrétaire, LIEUSSOU.

Le président, F. W. CONRAD.

N° 6

SÉANCE DU 25 DÉCEMBRE 1855,

AU CAMP DE L'OUADÉE-TOUMILAT.

Étaient présents : MM. Conrad, Renaud, de Négrelli, Mac-Clean et Lieussou.

La Commission ayant exploré l'ensemble du parcours du canal, dans l'hypothèse du tracé sur Alexandrie à travers l'Ouadée-Toumilat et l'Égypte, est appelée, par son président, à examiner la valeur générale de ce tracé. De la discussion qui s'engage sur cette question, ressortent les considérations suivantes :

Le port neuf d'Alexandrie, en grande partie comblé par les sables, n'est qu'un mouillage précaire pour les petits navires et fort mauvais pour les grands. Il ne mérite à aucun titre le nom de port dont on l'a décoré. Les ressources qu'il présente à la navigation sont à peu près nulles;

Le port vieux est une rade vaste et sûre, quoique tourmentée par les vents de la partie O. N. O., qui soufflent les deux tiers de l'année. Les mouvements d'entrée et de sortie, toujours lents et difficiles, sont interdits par une

grosse mer aux navires d'un tirant d'eau de 6 mètres. Pour en rendre l'accès facile en tout temps, il faudrait élargir et assainir la grande passe, en dérasant jusqu'à 11 mètres de profondeur les récifs qui la resserrent; il faudrait la baliser et l'éclairer par des feux;

Le canal ne pourrait déboucher dans la rade d'Alexandrie qu'entre le mur d'enceinte et la gare du chemin de fer, dans une région rocheuse, battue par les vents et la houle du N. O. Il ne serait accessible pour les grands navires qu'à la condition d'être prolongé en mer jusqu'aux fonds de 9 mètres, par un chenal endigué de 400 mètres de longueur à creuser en très-grande partie dans la roche. Ce chenal, s'ouvrant sur des fonds de sables mobiles, auxquels les tempêtes de N. O. et de N. E. impriment un mouvement de va-et-vient le long de la côte, provoquerait des atterrissements contre les digues, et ne pourrait être maintenu que par des dragages;

Le choix de la rade d'Alexandrie, comme tête du canal des deux mers, entrainerait donc d'assez grands travaux d'appropriation et d'entretien. On ne saurait songer à venir chercher cette rade, à travers un grand fleuve, en triplant le développement du canal, sans avoir préalablement établi qu'il est absolument impossible de le faire déboucher ailleurs;

Le canal par Suez, le Caire et Alexandrie, passe au cœur de l'Égypte et la partage en deux grandes régions qu'il isole. Il ne peut être que la propriété du souverain du pays. Quel qu'en soit le tracé, il coupe les prises d'eau des canaux d'irrigation et d'inondation qui sillonnent les provinces de Cherkiéh et de Behéré et apportent sur tous

les points l'eau, c'est-à-dire la végétation et la vie. En affectant le système hydraulique très-complexe sur lequel repose la richesse agricole d'une grande partie de la basse Égypte, il imposerait à la Compagnie concessionnaire l'obligation de remanier ce système, en lui laissant cependant toute la liberté d'extension qu'il comporte. De là, une source inépuisable de conflits avec le gouvernement et les particuliers, et, en tout cas, une charge très-lourde, à laquelle les partisans de ce tracé ne paraissent pas avoir pensé;

La traversée du Nil ne peut se faire que sur un pont-canal ou en rivière;

Dans le système du pont-canal, il faudrait, afin de pourvoir à la navigation sur le fleuve, relever le niveau du bief du point de partage de 18 mètres au-dessus des hautes eaux; ou bien le relever de 12 mètres, en tournant le pont-canal par deux canaux latéraux au fleuve, lesquels suffiraient à grand'peine à la circulation de deux cent trente barques qui passent en moyenne dans les vingt-quatre heures. Dans le premier cas, il faudrait treize écluses de 3 mètres de chute sur chaque versant. Dans le second, il en faudrait dix; plus, les quatre écluses du canal latéral. Dans l'un et l'autre cas, l'alimentation du bief central, en tout temps, et celle des autres biefs pendant l'étiage, ne pourraient se faire que par des machines à vapeur puisant l'eau dans le Nil. De là des dépenses énormes d'exploitation;

L'idée de franchir le Nil sur un pont-canal est donc inadmissible;

La traversée du Nil en rivière suppose qu'on pourra

maintenir dans son lit 8 mètres de hauteur d'eau, au moyen du barrage de Saïdieh. Or, comme en aucun cas le lit du fleuve ne saurait être abaissé, d'une manière permanente, au-dessous des radiers, sur lesquels il ne reste que 1^{m},80 d'eau à l'étiage, il faudrait surélever les eaux de 6^{m},20. Le barrage ayant été construit en vue d'une charge de 4^{m},50, il serait imprudent de lui imposer une surcharge de 1^{m},70. En admettant que cette témérité pût réussir, la tension des eaux à 6^{m},20 au-dessus de l'étiage, c'est-à-dire à un niveau supérieur à celui des terrains cultivés sur les bords du Nil, provoquerait dans ces terrains des infiltrations de bas en haut qui couvriraient le sol d'efflorescences salines et le frapperaient de stérilité. D'ailleurs, il est très-douteux que les meilleures dispositions et les dragages les plus énergiques pussent maintenir le lit du canal à travers le fleuve au niveau des radiers du barrage. L'essayer serait une entreprise que la Commission n'oserait pas conseiller. Enfin, le barrage n'est pas achevé, et personne ne peut prévoir l'époque où il le sera. Il serait donc peu rationnel de baser sur l'achèvement de ce travail les dispositions d'un projet dressé en vue d'une exécution immédiate ou prochaine ;

Les nombreuses écluses dont le canal serait coupé interdiraient le remorquage à vapeur et ne permettraient que le halage par des chevaux. Or ce halage, à raison de trois centimes par tonne et par kilomètre, coûterait du Caire à Suez 11 francs 70 centimes par tonne. Le droit de passage ne pourrait dès lors être que très-faible, et il ne suffirait pas à couvrir les dépenses d'entretien;

Le tracé du canal de Suez sur Alexandrie, par la tête du Delta, est donc inadmissible aux points de vue technique et économique.

Le secrétaire,

LIEUSSOU.

Le président,

F. W. CONRAD.

N° 7.

PROCÈS-VERBAL

DE LA TRAVERSÉE DE L'ISTHME DE SUEZ.

La Commission est arrivée à Suez le 16 décembre 1855, vers une heure après midi. Elle en est partie le 21, au matin, pour entreprendre la reconnaissance de l'isthme.

Les observations qu'elle a faites pendant son séjour en cette ville sur la constitution du sol des environs, peuvent se résumer comme il suit.

A l'ouest et au nord de Suez s'étend une plaine qui présente une faible déclivité, à la fois, vers l'isthme et vers la partie du golfe de la mer Rouge comprise entre cette ville et les montagnes de l'Attaka. Cette plaine, complétement aride, est exclusivement composée de sable et de galet. Mais le sable y domine dans une forte proportion. Le galet disparaît même tout à fait, quand on arrive dans les parties basses de cette plaine. Le bord de la mer, entre la ville et l'Attaka, présente une zone de sable où les coquillages se trouvent en grande abondance; la lar-

geur variable de cette zône ne paraît pas dépasser 100 mètres. En dehors, il y a absence complète de coquillages.

Cette plaine est sillonnée par des lits de torrents qui paraissent venir de la vallée dans laquelle est établie la route de poste.

A trois kilomètres environ de l'Attaka, la déclivité devient tout à coup plus sensible, et le sol sur lequel on s'avance n'est plus alors composé que de pierres plus ou moins grosses, de même nature que les montagnes, et qui en ont été évidemment arrachées par les eaux.

Ces montagnes sont très-abruptes du côté de Suez. Elles sont formées d'un calcaire compacte qui présente des traces fort singulières de décomposition. La surface elle-même ne se décompose pas ; elle paraît seulement avoir éprouvé comme une torréfaction, qui en a changé, sinon la nature, au moins l'aspect; et c'est sous cette croûte que la décomposition s'opère. Mais ce phénomène n'est pas général. Dans les gorges étroites d'où s'échappent, dans les temps d'orages, des torrents qui entraînent des matériaux, la roche, entretenue vive par le frottement de ces matériaux divers, a conservé une autre apparence. Elle est très-dure ; et elle semble appartenir à la formation d'où sont sorties les pierres qui ont servi à la construction des Pyramides, et qui ont été extraites près du Caire, sur la rive droite du Nil. Elles présentent à la surface de nombreuses fissures ; mais ces fissures ne sont qu'apparentes. Elles disparaissent entièrement dans l'intérieur de la masse. Ces calcaires pourront donc être

utilement employés dans les travaux qui seront exécutés à Suez.

Sur la rive d'Asie, de l'autre côté de la mer Rouge, s'étend une vaste plaine, légèrement ondulée et composée, comme celle de l'autre rive, de sable et de galet ; mais ici les galets sont plus abondants et plus gros. Cette plaine est élevée de plusieurs mètres au-dessus du niveau de la mer Rouge, et ne présente nulle part des traces de coquillages.

Sous cette masse d'alluvions et au niveau des hautes eaux de la mer Rouge, règnent tout le long du rivage deux bancs de grès calcaire. On trouve également ce grès sur le banc de sable qui forme une île au milieu du petit golfe en face de Suez. Ici, la roche est à peine recouverte par le sable ; et en plusieurs points même, le sable manque complétement. Ce grès paraît être contemporain de celui qui forme le rivage de la mer sous la ville d'Alexandrie. On surprend en quelque sorte cette lapidification en voie de se faire sur le banc de sable qui existe à gauche du chenal d'entrée du port de Suez. Le sable, à la surface de ce banc, est déjà fortement agglutiné ; mais il n'a pas encore acquis la dureté des bancs dont il vient d'être question.

Deux forages ont été pratiqués dans l'emplacement du canal, au moyen d'un équipage de sonde : l'un sur le banc que l'on trouve à gauche du chenal en entrant dans le port, l'autre sur le banc isolé qui se trouve en face de Suez, sur la rive gauche du port. Le premier a donné les résultats suivants, en descendant de la surface vers le fond :

1° Sable jaune présentant à la surface une tendance à la lapidification.	0m50
2° Gros sable un peu vaseux.	3 50
3° Sable très-fin ocreux.	2 35
4° Sable argileux jaune.	4 65
	11m00

Dans le second forage, on a trouvé, en allant également de la surface au fond :

1° Coquilles, gravier et gros sable agglutinés.	0m50
2° Calcaire dur.	1 50
3° Sable jaune fin légèrement agglutiné.	6 35
4° Gros sable roux agglutiné, assez consistant.	0 60
5° Sable et petit gravier assez consistant.	3 05
	12m00

Le 21 décembre, en partant de Suez, la Commission a d'abord suivi les bords du golfe qui s'étend au nord de la ville. Elle n'a trouvé dans cette partie que des sables qui paraissent provenir des dépôts faits par la mer aux époques des grandes marées extraordinaires. Ces sables sont généralement empreints d'une humidité saline permanente, qui leur donne de la fixité. Près du chemin suivi par les pèlerins qui se rendent de l'Égypte à la Mecque, la Commission a trouvé un puits de sondage dont les échantillons ont été mis sous ses yeux. Les couches traversées sont :

1° Sable légèrement agglutiné.	0m50
2° Argile sableuse, couleur d'ocre.	4 50
3° Argile un peu plus sableuse.	1 50
4° Argile jaune et blanche mélangée, peu compacte.	4 15
	10m65

La Commission était arrivée aux premiers vestiges de l'ancien canal des Pharaons, entretenu par les Ptolémées et les Romains, et rétabli par le lieutenant des Califes, Amrou. En ce point, les deux digues du canal sont distantes d'environ 50 mètres.

En avançant vers le nord, le relief des digues devient de plus en plus prononcé; et la proportion de gravier, contenu dans le sable formant ces digues, augmente, bien que le sol naturel à droite et à gauche du canal soit, à la surface, du sable pur. Le sol au milieu duquel le canal est creusé, s'élève lui-même graduellement plus que celui de la cuvette.

On commence à trouver quelques apparences de sulfate de chaux cristallisé, qui sillonnent le sable dans diverses directions.

En continuant à avancer, le sol se recouvre peu à peu de galets; mais ces galets ne sont pour ainsi dire qu'à la surface. Il y en a très-peu dans l'intérieur de la masse du sable. En même temps, les digues présentent un relief de plus en plus prononcé. Ce relief est près du sondage n° 4 (à 18 kilomètres de Suez) de 5 mètres environ au-dessus du fond actuel du canal; et de 2 mètres, au-dessus du sol riverain. Sur la rive gauche, on aperçoit quelques monticules, dont les flancs portent l'empreinte évidente d'anciennes érosions. Ces monticules semblent être des restes de l'ancien sol, qui aurait été entraîné par les eaux torrentielles venant du vallon compris entre les monts Attaka et Awebet. Cette supposition est d'autant plus admissible, qu'en se rendant du Caire à Suez, la Commission avait constaté que le fond de ce vallon était un lit de torrent

d'une grande largeur, dont les eaux ont leur écoulement vers la partie du canal comprise entre Suez et le bassin des Lacs-Amers.

Le forage n° 4, effectué dans cette partie, a accusé pour le sous-sol les résultats suivants :

1° Sable roux.	2m30
2° Argile compacte, brune.	4 90
3° Argile sableuse un peu feuilletée.	5 30
4° Argile brune, très-grasse.	1 80
5° Argile un peu sableuse.	1 50
	15m80

Dans cette partie, le sol est recouvert çà et là de matériaux calcaires de grosseur variable. Ils ne tardent pas à disparaître, et l'on arrive au bassin des Lacs-Amers.

Depuis son départ de Suez, la Commission n'avait rencontré ni coquillages, ni apparences de végétation.

La dépression qui forme le bassin des Lacs-Amers est très-peu sensible à l'œil, dans la première partie. On a de la peine à la distinguer. Néanmoins, les apparences du sol superficiel ne sont plus les mêmes ; le galet a disparu ; on ne trouve dans le fond qu'un sable mou et imprégné de sel. A droite et à gauche, on aperçoit un bourrelet horizontal de sable qui indique l'ancienne trace laissée par les eaux. Des coquilles de l'espèce des *Mactra* commencent à se montrer sur le sable.

Ces coquilles se multiplient à mesure que l'on avance dans le bassin. On ne tarde pas à en apercevoir, quoique en petite quantité, d'une autre espèce; et entre autres, des *Rochers* et des *Hélix*.

De petits rhomboïdes de sulfate de chaux recouvrent aussi en assez grande abondance le fond du lac.

Plus loin, vers la limite du grand et du petit bassin, le sulfate de chaux se présente encore plus abondamment. Il recouvre complétement des espaces assez considérables dans le fond du petit bassin ; mais alors il est cristallisé en aiguilles.

Quatre forages ont été faits dans ce petit bassin. On a trouvé dans le premier :

1° Sable roux contenant des coquilles.	1^m00
2° Argile sableuse, ferrugineuse.	2 00
3° Argile sableuse plus compacte.	4 00
4° Sable jaune agglutiné.	2 10
	9^m10

Le sol superficiel est au niveau des basses mers de la Méditerranée.

Dans le second forage on a trouvé :

1° Concrétion de coquilles, sable et galet, présentant beaucoup de vides intérieurs. . . .	0^m40
2° Argile verte, contenant du sable très-fin. . .	1 60
3° Argile brune sableuse, imprégnée de sel . .	2 80
	4^m80

Le sol est de $4^m,63$ au-dessous du niveau de la basse mer de la Méditerranée.

Dans le troisième forage on a trouvé :

1° Concrétions caverneuses.	0^m50
2° Sable enveloppé dans du sulfate de chaux.	1 60
3° Argile brun-clair, molle.	3 15
	5^m25

Le sol est à $4^m,50$ au-dessous du niveau de la basse mer de la Méditerranée.

Enfin, dans le quatrième forage :

1° Sulfate de chaux cristallisé en aiguilles. . .	0^m30
2° Argile ayant l'apparence du limon que dépose le Nil.	0 20
3° Concrétion assez consistante de sable et de petit gravier.	0 25
4° Argile brun-clair un peu sableuse.	3 90
5° Sable à gros grains fortement agglutinés. . .	1 30
	5^m95

Le sol superficiel est à $5^m,40$ au-dessous du niveau de la basse mer de la Méditerranée.

La Commission s'est portée sur la rive orientale du grand bassin, qu'elle n'a cessé de suivre jusqu'au seuil du Sérapéum. Dans ce parcours d'environ 25 kilomètres, elle a fait les remarques suivantes.

Le fond du bassin est du sable recouvert de coquilles marines, en plus ou moins grande abondance, et de sulfate de chaux cristallisé. La partie la plus profonde du bassin est occupée par une couche épaisse de sel marin.

En certaines parties, on trouve l'ancien rivage parfaitement accusé par des bourrelets de petit galet et de coquilles analogues à ceux que la mer présente sur son rivage. Ces bourrelets sont au nombre de trois, étagés à des hauteurs différentes.

En dehors du bassin, le sol présente de légères ondulations. Il se compose, à la superficie, de sable recou-

vert d'un peu de gravier, dont la grosseur va en diminuant à mesure que l'on avance vers le nord.

La végétation commence à se montrer çà et là, rare d'abord, et avec assez d'abondance vers le seuil du Sérapéum.

Le seuil du Sérapéum est ondulé. Il est formé d'anciennes dunes de sable, auxquelles la végétation particulière au désert a donné de la fixité.

Deux forages, qui ont été faits dans la partie la plus déprimée du bassin des Lacs-Amers, ont accusé :

Le premier :

1° Agglutination de coquilles.	0m20
2° Sulfate de chaux cristallisé en aiguilles et sel marin.	2 00
	2m20

Le second :

Couches de sel marin.	3m50

La superficie du sol était, près de ces sondages, respectivement à 6m,67 et à 7m,35 au-dessous du niveau le plus bas de la Méditerranée.

Un forage a été fait en outre au seuil du Sérapéum ; il a donné :

1° Sable et petit gravier.	8m00
2° Sable de grosseur variable, un peu argileux, assez compacte.	3 50
	11m50

L'élévation du sol au-dessus des basses mers de la Méditerranée est de 3m,40.

A l'extrémité septentrionale du seuil du Sérapéum, on

trouve le lac Timsah, et sur une élévation qui domine ce lac, le tombeau du Cheik Ennédek. Ce tombeau est construit en pierres calcaires provenant du banc subjacent. Ce banc, dont l'épaisseur est d'environ 0m30, couronne un monticule de sable stratifié, mais qui n'a aucune consistance.

Le lac Timsah est à sec dans sa partie méridionale; la partie septentrionale a seule encore un peu d'eau; et cette eau est beaucoup plus salée que celle de la mer. Dans cette première partie, le lac est entrecoupé de dunes, qui paraissent très-anciennes, puisque l'on retrouve sur l'une d'elles de grandes quantités de débris de poteries antiques. Là où il n'y a pas de dunes, on trouve le limon du Nil. Dans toute cette partie du lac, il règne une végétation assez abondante, et principalement des tamariscs.

Dans les parties asséchées du lac, on voit des coquillages pareils à ceux de la mer Rouge, et entre autres des *spondyles*, qui ne se trouvent pas dans la Méditerranée. Ces coquillages ne sont pas, du reste, aussi abondants que dans les Lacs-Amers, parce qu'ils sont recouverts, sur beaucoup de points, par les dépôts de limon du Nil.

Une des dunes, qui occupe à peu près la partie centrale du lac, est couronnée par un banc calcaire analogue à celui qui se trouve sous le tombeau du Cheik Ennédek.

Malgré l'extrême salure des eaux, la Commission a remarqué que des roseaux croissaient dans la partie septentrionale du lac.

Les rivages de ce lac paraissent complétement fixes dans tout leur développement.

Un cordon de dunes mobiles règne à l'ouest du lac,

sur une étendue d'environ 2 kilomètres, et à la distance de 4 à 500 mètres de ce lac.

Un forage, effectué sur le bord du lac, a donné les résultats ci-dessous :

1° Sable jaune-blanc, fin.	1m50
2° Argile jaune-vert, sableuse.	1 75
3° Sable gris-blanc, un peu argileux.	2 00
4° Sable légèrement agglutiné.	2 50
	7m75

Le sol, à la superficie, était à 0m,85 au-dessous du niveau de la Méditerranée.

Le 24 décembre, la Commission, ayant jugé utile de faire une reconnaissance d'une partie de l'Ouadée-Toumilat, s'est dirigée vers cette vallée, en face de laquelle se trouvait établi son campement.

Dans cette exploration, elle a d'abord traversé un terrain de sable assez résistant, légèrement ondulé et couvert de tamariscs.

Elle a passé près d'un puits d'eau saumâtre nommé Bir-Abou-Ballah, dans lequel elle a pu reconnaître la couche de limon du Nil, anciennement déposée. Ce puits se trouve à l'extrémité de l'Ouadée.

En avançant dans la vallée, les tamariscs disparaissent; mais on trouve toujours en assez grande abondance la végétation du désert. Les coteaux qui bordent cette vallée à droite et à gauche ont si peu de relief, que c'est à peine si l'œil peut l'apprécier.

On ne tarde pas à apercevoir des vestiges des digues de l'ancien canal; et bientôt on retrouve le canal lui-même avec ses digues bien conservées. Toute la vallée est oc-

cupée par les sables, excepté la cuvette du canal, dans laquelle on retrouve le limon qu'y laisse le Nil lors de ses crues. Le sable est recouvert par un peu de gravier, qui paraît lui donner de la fixité. Des tamariscs croissent en assez grande abondance dans la cuvette du canal.

La reconnaissance a été poussée jusqu'au point de la vallée où était l'antique Rhamsès, bâtie par les descendants de Jacob. Dans cette partie de la vallée, la déclivité des coteaux est un peu plus sensible que dans la partie inférieure.

Le 26 décembre, la Commission est revenue vers l'isthme directement en se dirigeant un peu au nord du lac Timsah, vers le seuil d'El-Guisr, qui est le point culminant entre les deux mers. Elle a ainsi parcouru le plateau un peu surélevé qui s'étend au nord de l'Ouadée. Il consiste en un grand dépôt de sable, protégé contre l'action du vent par des plantes et du petit gravier. Ce terrain a évidemment toutes les apparences d'une fixité complète. Le seuil d'El-Guisr, qui relie, en quelque sorte, ce plateau aux dépôts de sable, qui s'étendent vers l'orient jusqu'à la chaîne Arabique, paraît en faire partie intégrante ; et, comme le plateau, il est évidemment fixe.

Le forage exécuté en ce point a donné :

1° Sable agglutiné blanc.	8m12
2° Gros sable agglutiné.	3 30
3° Sable argileux.	1 48
4° Sable argileux fortement agglutiné.	0 30
5° Sable agglutiné, ocreux.	2 30
6° Sable jaunâtre.	3 80
7° Sable presque lapidifié.	4 05
	23m35

Le sol est, en ce point, élevé de 15 mètres au-dessus des basses mers de la Méditerranée.

On retrouve, sur la partie haute de ce seuil, les traces d'anciens travaux de terrassement exécutés pour un canal. On les attribue au roi égyptien Néchos, qui passe pour avoir tenté la jonction des deux lacs Menzaleh et Timsah.

Dans le trajet d'El-Guisr à Péluse (environ 52 kilom.), il y a eu lieu de faire les observations suivantes :

1° Partout on a trouvé la végétation du désert.

2° Le gravier, devenu de plus en plus petit, a fini par disparaître tout à fait.

3° Le sable présente une certaine fermeté sous les pas. Il n'est nullement mobile sur la ligne du canal. Seulement, en arrière du lac Ballah et à environ 5 à 6 kilomètres sur la gauche, on remarque une grande dune blanche dépourvue de végétation, et qui doit par conséquent être mobile. On aperçoit encore sur la droite, mais à la distance de plusieurs lieues, de véritables montagnes de sable que l'on présume être mobiles.

4° Le terrain présente de grandes ondulations à déclivité très-douce, mais nulle part il n'est accidenté.

5° On a retrouvé encore parfaitement conservées les traces d'un campement qui a eu lieu l'année dernière, aux environs de l'antique Migdol.

6° La partie du lac Menzaleh, au milieu de laquelle se trouvent les ruines de Péluse, était à sec. Le fond, mis ainsi à découvert, était évidemment du limon, que le Nil y a déposé.

Les journées des 29 et 30 décembre ont été employées en reconnaissances sur la côte.

Cette côte, vers l'est, est exclusivement formée d'un sable fin, à peu près blanc. Un bourrelet sous-marin de sable règne généralement à 30 ou 40 mètres au-devant de la laisse de la mer. La mer brise sur ce bourrelet.

Les vagues battant en côte ne paraissent pas s'élever généralement à plus de 2 mètres.

Le long du rivage jusqu'au cap Guerreh (6 kilom. environ) règne une chaîne de dunes sur lesquelles croissent quelques végétaux, et qui dès lors peuvent être considérées comme fixes.

Le cap Guerreh porte la trace évidente d'érosions récentes par la mer.

Au delà de ce cap est un lac qui n'est séparé de la mer que par un cordon de sable, évidemment franchi par les lames dans les gros temps. Sa hauteur n'est pas de plus de 1 mètre 50.

Les débris du cap Guerreh ont été poussés indistinctement vers l'est ou vers l'ouest par les vents.

La plage du côté de la bouche de Tineh se compose d'un cordon de sable de 100 à 150 mètres de largeur, et qui n'a pas généralement plus de 1 mètre 40 à 1 mètre 50 au-dessus de la basse mer. Il n'est pas cependant franchi par les vagues; elles n'ont jamais sur ce point une grande élévation, à cause de la faible déclivité de la partie de cette plage qui s'étend sous la mer.

Ce cordon littoral est formé d'un sable fin, gris, qui ne contient aucune partie limoneuse.

La partie du cordon littoral qui est hors de l'atteinte des vagues, est couverte de végétaux semblables à ceux du désert.

En arrière du cordon littoral, se trouve le fond limoneux du lac Menzaleh desséché.

Le 31 décembre, la Commission s'est embarquée sur la frégate à vapeur égyptienne *le Nil*. En retournant à Alexandrie, elle a visité le point de la côte en face de Tanis, où doit déboucher le canal. Le cordon littoral est, sur ce point, très-étroit; et il repose sur un dépôt de limon du Nil, qui forme le prolongement de celui qui existe dans le lac Menzaleh. Ce limon, qui se trouve aujourd'hui sous le cordon de sable, doit avoir été déposé autrefois dans le lac. Le cordon a donc reculé.

A bord de la frégate *le Nil*, le 31 décembre 1855.

Signé : Conrad, *président;*

Renaud, *rapporteur.*

N° 8.

SÉANCE DU 31 DÉCEMBRE 1855,

A BORD DE LA FRÉGATE ÉGYPTIENNE LE NIL.

Étaient présents, à bord de la frégate égyptienne *le Nil*, dans le golfe de Péluse : MM. Conrad, Renaud, de Négrelli, Mac-Clean et Lieussou.

La Commission, après avoir exploré le golfe de Péluse, vérifié les sondages exécutés d'après ses instructions, entre Péluse et Ghémil, par M. Larousse, et discuté les renseignements nautiques contenus dans le rapport de cet ingénieur, qui reste annexé au présent procès-verbal, formule ainsi qu'il suit son opinion sur les qualités naturelles du golfe et sur les moyens d'y créer un port.

État des lieux. — Le golfe de Péluse, compris entre la pointe de Damiette et le cap Casius, a 75 milles d'ouverture sur 14 milles de profondeur. Il fait face au N. 30° E. La configuration du rivage, formée de deux parties concaves séparées par une partie convexe, le divise en deux régions distinctes, que l'on pourrait appeler baie de Péluse et baie de Dibeh. Ce golfe est bordé par un étroit cordon littoral, formé de sable fin, que la mer franchit sur quelques points dans les gros temps, et der-

rière lequel s'étendent le lac Menzaleh, les plaines basses et en partie noyées de Péluse, et une ligne de dunes appuyées sur les premières collines de l'Asie. La plage s'atterrit vers Damiette. Elle présente au contraire des traces évidentes d'érosions vers les caps Guerreh et Casius, et dans la partie saillante du rivage comprise entre Oum-Fareg et Ghémil. Ces atterrissements et ces érosions partiels n'accusent qu'une tendance dont l'effet séculaire est à peu près nul. Le cordon littoral n'a pas sensiblement varié de forme ou de position, depuis les temps historiques; il peut être considéré comme immuable.

Le fond de la mer dans le golfe présente partout une pente très-faible et très-régulière. La plus grande déclivité est à la hauteur de Tanis, vers le point le plus saillant de la plage, où l'on trouve 8 mètres d'eau à 2,300 mètres de la terre. A l'O. de ce point, en allant vers Damiette, elle décroît par degrés insensibles. Mais à l'E., elle diminue rapidement, à mesure qu'on s'avance vers Péluse, où l'on ne trouve 8 mètres d'eau qu'à 7,500 mètres du rivage.

En allant de la côte au large, on trouve successivement sur le fond : du sable, du sable vaseux, de la vase sableuse, et enfin de la vase. La zône de sable pur commence à la plage et finit par 7 à 8 mètres de profondeur; la zône de vase pure commence par 9 à 10 mètres de hauteur d'eau, et s'étend jusqu'aux grandes profondeurs de la Méditerranée. La déclivité du fond, déjà très-faible dans la zône des sables, est plus faible encore dans la zône des vases. Les grandes ondes du large, en remontant cette pente insensible, sont graduellement amorties et dé-

primées, de telle sorte que les plus fortes vagues, aux abords du rivage, n'ont pas 2 mètres de hauteur. Ce fait constitue une présomption en faveur de la sécurité du mouillage dans le golfe de Péluse; il est une garantie de la stabilité des travaux à la mer, ayant pour but d'y créer un port.

Vents.—Les vents d'O. N. O. soufflent les deux tiers de l'année et amènent la plupart des tempêtes sur la côte d'Égypte. Ils dominent en toute saison, principalement en hiver. Les vents de N. N. E., beaucoup moins fréquents et moins violents, sont néanmoins presque aussi redoutés dans le golfe de Péluse, qu'ils battent en plein. Les vents d'E. sont infiniment rares et toujours faibles. Les coups de vent éclatent entre l'O. et le N. E., et ils augmentent de violence à mesure que le vent tourne au N. Par un beau temps, et principalement en été, les brises solaires s'établissent dans le golfe; elles soufflent du S. E. et du N. E., ou du S. O. et du N. O., selon que le vent régnant tient de l'E. ou de l'O. La permanence de ces brises alternatives de terre et de mer faciliterait les mouvements d'entrée et de sortie d'un port établi dans ce golfe.

Courants. — Le courant qui longe les côtes de la Méditerranée, de gauche à droite en regardant la mer, n'est sensible sur la côte d'Égypte que près des caps avancés; sa vitesse maxima ne dépasse pas $0^m,4$; et sa vitesse moyenne est plus faible de moitié. Il est dévié au large, par le gisement de la côte vers Alexandrie, et par les eaux douces qui sortent du Nil. Ce courant n'entre pas dans le golfe de Péluse.

Quand le temps est beau, on ne trouve en effet dans ce golfe que des courants très-faibles et essentiellement irréguliers, produits par le remous du courant littoral, le vent régnant et les eaux douces qui sortent du lac Menzaleh. Mais dans les grosses mers, soulevées par les vents forts et persistants de la partie N., le courant porte toujours en côte à l'entrée du golfe; il y accumule des masses d'eau qui s'écoulent le long de la plage dans la direction du vent régnant.

Le courant littoral, dans le golfe de Péluse, porte donc tantôt vers l'O. et tantôt vers l'E., mais le plus souvent à l'E.

Niveau des eaux. — Le niveau des eaux baisse à la plage par les vents de terre, et monte par les vents du large. Le balancement, entre les eaux de la mer et celles du lac Menzaleh, résultant de ces fluctuations du niveau, maintient dans les échancrures de la plage, formées par d'anciennes bouches du fleuve, des courants alternatifs assez vifs, qui en perpétuent l'existence.

La différence entre les niveaux extrêmes étant d'environ un mètre, et l'amplitude de la marée n'étant que de $0^m,30$, il en résulte que la fluctuation du niveau, due à l'action propre du vent, est d'environ $0^m,70$. Il serait nécessaire que ces chiffres, qui sont déduits de renseignements divers et de l'inspection des laisses, fussent déterminés avec plus de précision. La connaissance exacte des variations du niveau des eaux dans la Méditerranée et dans la mer Rouge étant indispensable pour apprécier la vitesse du courant qui s'établirait dans un canal librement ouvert entre les deux mers, il faudrait observer si-

multanément ces fluctuations dans l'une et l'autre mer, pendant une lunaison entière.

Atterrissements. — Comme tous les grands fleuves, qui n'ont presque plus de pente vers leur embouchure, le Nil charrie à la mer beaucoup de vase et très-peu de sable. On ne trouve en effet dans le thalweg de son lit que quelques grains de sable perdus au milieu d'une couche épaisse de vase. Si, près du bord, sur les bancs et sur les rives à fleur d'eau, le sable est à nu, c'est que le clapotement des eaux y produit une sorte de lavage. La vase délayée est entraînée ; le sable reste et s'accumule à la longue. Ce délavage incessant des sables se manifeste mieux encore sur les barres, en avant des boghaz ou embouchures. L'agitation continue des eaux sur les barres ne permettant pas aux parties terreuses de s'y déposer, les barres sont formées de sable pur, tandis qu'en dedans, et sous leur abri, on ne trouve guère que du limon. Ces quelques bancs de sable, dont la formation est séculaire, ne doivent pas faire perdre de vue que les alluvions portées à la mer par le Nil, dont la nature est indiquée par le limon qui tapisse son lit, sont presque exclusivement vaseuses.

Les vases que le fleuve porte dans ses eaux et les sables fins qu'il roule sur son lit peuvent se déposer d'abord pêle-mêle, par une mer calme. Mais le premier gros temps les sépare.

La vase, délayée par la houle, se dissout en quelque sorte dans la masse des eaux et ne s'en sépare que lentement après que l'agitation a cessé. Elle est portée ainsi au loin, et en sens divers, au gré des courants de fond

et de surface, sans être arrêtée par les inégalités du fond ou les anfractuosités du rivage. A chaque grosse mer, elle est délayée de nouveau et va se perdre en définitive dans les grands fonds du large et dans le lac Menzaleh, où, la vague cessant de la délayer, elle trouve le repos et s'atterrit.

Le sable, soulevé par la houle, retombe pour être soulevé de nouveau l'instant d'après. Pendant la durée de ces courtes suspensions, il participe au mouvement de translation des eaux inférieures, et subit ainsi une série de petits déplacements qui équivalent, en somme, à un transport direct dans le sens du courant inférieur. Il ne se dissout pas dans la masse des eaux, à la manière de la vase, et n'y reste en suspension que par exception. Il chemine de proche en proche, sur le fond même, pour s'arrêter dès que la houle cesse de le remuer. Dès lors, il ne peut gagner le large ni sortir d'une baie dont les caps avancés offrent, à leur pied, de grandes profondeurs d'eau. Il est maintenu près du rivage dans la région des petits fonds, où l'agitation des eaux ne permet pas à la vase de se fixer, et le débarrasse incessamment des dépôts terreux apportés quand la mer est calme.

Dans la Méditerranée, la vague est l'agent nécessaire, mais non pas unique, du transport des matériaux meubles qui tapissent le fond. En délayant la vase, en remuant et mobilisant le sable, elle ne fait que les livrer à l'action des courants, trop faibles par eux-mêmes pour les rouler sur le fond. Mais elle devient l'agent direct et énergique de ce transport en déferlant sur les petits fonds, qu'elle rencontre en avant du rivage. Chaque lame en se brisant

produit une chute d'eau qui entraîne avec elle les sables qu'elle a détachés du fond, et leur imprime ce mouvement de va-et-vient que tout le monde a remarqué le long des plages. Dans ce mouvement alternatif, le sable, projeté en avant par la lame directe, redescend, avec le ressac, suivant la ligne de plus grande pente. Il s'avance donc en louvoyant sur la plage, jusqu'à ce qu'il soit rejeté hors de l'atteinte des eaux. Le sable fin, ainsi atterri, et bientôt séché par un soleil ardent, est emporté par le vent, qui le répand dans la plaine ou le façonne en dunes.

Le déplacement incessant que les sables et les vases, déposés d'abord près de la côte, subissent à la mer, aboutit donc à une sorte de triage, qui les répartit en définitive selon leur nature. Les sables sont maintenus au rivage, pendant que les vases gagnent le large. C'est ainsi que les alluvions du Nil et les quelques détritus provenant des érosions des côtes voisines, ont formé à la longue, dans le golfe de Péluse, une zône de sable fin qui commence à la plage et finit aux profondeurs de 8 à 9 mètres.

Une zône de 2 à 3 kilomètres de largeur, sur 4 à 5 mètres d'épaisseur moyenne, une plage exiguë et quelques dunes, éparses en arrière, représentent donc la masse de sable que le Nil a jetée à la mer depuis les temps reculés où il a franchi le cordon littoral.

Les dépôts de sable dans le golfe de Péluse sont donc, à vrai dire, aussi vieux que le Nil. L'accroissement séculaire en est sensiblement nul. Puisque les dépôts de vase, quelque considérables qu'ils soient d'ailleurs, seront

éternellement maintenus en dehors de la zône des sables, le cordon littoral, qu'un nouvel apport de sable pourrait seul atterrir, peut être considéré dans son ensemble comme immuable. Les nouveaux apports du Nil n'encombrent guère que son embouchure, dont ils prolongent la saillie en mer de 3 à 4 mètres par année. Sur les autres points, ils entretiennent la plage et ne l'accroissent pas.

D'après ces considérations, un port créé dans le golfe de Péluse n'a rien à craindre des sables que le Nil charrie aujourd'hui. Il n'a à redouter que les sables mobiles que les tempêtes de N. O. et de N. E. promènent en sens divers le long de la plage. En portant l'entrée du port dans la zône des vases, on empêchera les sables d'y pénétrer, et on les forcera à s'arrêter à l'extérieur des jetées, où l'on pourra les enlever sans gêner les mouvements d'entrée et de sortie. L'invariabilité actuelle de la plage, et l'intermittence des vents de N. O. et de N. E., qui poussent les sables en sens contraires, permettent d'espérer que l'accumulation de ces sables à l'extérieur des jetées sera peu considérable. Mais si, contre toute attente, elle l'était trop pour qu'on pût la combattre par des dragages, on aurait la ressource de laisser la plage s'atterrir, en reportant d'autant au large la tête des jetées. Quelle que fût l'importance de l'atterrissement, cette opération n'entraînerait qu'une dépense annuelle insignifiante.

Matériaux de construction. — Les environs du golfe de Péluse n'offrent aucune ressource pour la construction des jetées. On n'y rencontre ni blocs naturels pour les enrochements, ni cailloux pour la fabrication du béton. Il n'y a pas à songer à la pierre d'Attaka, dont le trans-

port à Péluse suppose le canal ouvert, et dont l'emploi retarderait par conséquent de plusieurs années l'époque de l'achèvement des travaux. Les pierres de Toura, près du Caire, pourraient être amenées dans le golfe de Péluse par la branche de Damiette. Mais le peu de profondeur d'eau au boghaz, et son régime intermittent, rendent cette ressource très-précaire. La pierre devra être ou tirée des carrières du littoral d'Asie, ou apportée de Chypre et de Scarpento, dont l'éloignement sera probablement compensé par l'avantage d'un port sûr, à proximité de magnifiques carrières.

Projet de port. — L'Avant-projet, en coupant l'isthme dans sa moindre largeur, fait déboucher le canal à Tineh, au plus profond du golfe, dans la région la moins accore Les travaux à la mer y seraient plus coûteux, et les mouvements d'entrée et de sortie plus dangereux que sur tout autre point. Les dunes qui s'étendent à droite de Péluse interdisent de porter ce débouché sur la rive E., où il serait d'ailleurs battu en plein par les vents d'O. N. O., qui règnent les trois quarts de l'année. C'est donc évidemment sur la rive O. du golfe, la moins exposée aux vents dominants, la plus accore, la plus avancée au large, qu'il faut chercher l'emplacement du port.

Le cordon littoral, qui forme cette rive, présente, entre les baies de Péluse et de Dibeh, une convexité remarquable, en face de laquelle la déclivité du fond est plus grande que sur tout autre point du golfe. Cette avancée, formée par la bouche de l'ancienne branche Saïdienne, tend à s'effacer depuis l'oblitération de cette branche, comme l'attestent des traces évidentes d'érosions. Sa plus

grande saillie est située à environ 28 kilomètres de Tineh, en face de l'antique Tanis ou Saïd. Elle est assez éloignée du fond du golfe, et des petits fonds qui prolongent sous l'eau la pointe de Damiette, pour qu'un bâtiment surpris à cette hauteur par un vent violent du large, pût se relever et gagner la haute mer. En se portant plus au S., dans la baie de Péluse, on n'aurait que des profondeurs moindres, et l'on rendrait l'appareillage plus dangereux par les vents de N. O. En se portant plus au N., dans la baie de Dibeh, on ne trouverait pas beaucoup plus d'abri, on allongerait le parcours du canal, et l'on rendrait l'appareillage plus dangereux par les vents de N. E.

En créant en face de l'antique Saïd le port projeté d'abord à Tineh, on satisferait aux convenances nautiques, on réduirait les dépenses de moitié, et on n'allongerait le parcours du canal que d'environ 6 kilomètres. La Commission choisit sans hésiter ce point pour l'emplacement de la tête du canal de Suez dans la Méditerranée; et elle le nomme *Saïd,* en souvenir de la branche Saïdienne qui y débouchait autrefois.

Le projet des ingénieurs de S. A. le Vice-roi comprend un chenal de 100 mètres de largeur, précédé d'un vaste bassin de chasse et recouvert par un brise-lames isolé de 500 mètres de longueur. Ces dispositions devront être modifiées. L'établissement en mer d'un vaste bassin étanche serait très-difficile et très-coûteux. La nécessité des chasses n'est pas démontrée, et l'efficacité en est douteuse. L'avant-port est trop exigu, le chenal trop étroit, pour que les mouvements d'entrée et de sortie soient faciles et sans danger.

Un membre dit qu'un chenal en ligne droite, de 400 mètres de largeur, courant au N. E., terminé par des musoirs bien visibles défilés N. N. E. et S. S. O., et s'ouvrant par des profondeurs de 10 mètres, dans une région du golfe qui peut être considérée comme une rade foraine, constituerait un excellent port, sans qu'il fût besoin d'en recouvrir l'entrée par un brise-lames.

Un membre trouve le brise-lames désirable ; mais il faudrait lui donner une longueur de 1,500 mètres et le porter à 1,000 mètres de la tête des jetées, de manière à décupler l'étendue assignée à l'avant-port. Sous cet abri, les digues du chenal pourraient être arrêtées aux profondeurs de 8 mètres, tandis que s'il n'existait pas, il faudrait les pousser jusqu'à 10 mètres, pour tenir compte de la levée de la lame.

Un membre propose de faire embrasser aux jetées un bassin rectangulaire de 300 hectares, dans lequel déboucherait le canal, offrant à la fois un grand port ou rade fermée, une darse et un emplacement pour diverses constructions.

La Commission, délibérant sur ces diverses propositions, émet l'avis suivant :

Le système d'un chenal recouvert par un brise-lames serait coûteux et provoquerait des dépôts de vase dans l'avant-port. Il a l'inconvénient grave de fixer à jamais l'entrée d'un port à créer sur une côte, naturellement immuable, il est vrai, mais qui pourra cesser de l'être dès que des jetées empêcheront le va-et-vient des sables le long de la plage. La nécessité de maintenir l'entrée du port en dehors de la zône des sables forcerait à empêcher

à tout prix l'atterrissement de la plage. Si, contrairement aux prévisions, les dépôts de sable à l'enracinement des digues étaient considérables, on aurait à regretter de s'être condamné à les enlever au fur et à mesure qu'ils se formeraient, alors qu'il eût été plus simple et moins cher d'en combattre les effets en prolongeant les jetées. Comme au reste il sera toujours temps de recouvrir le chenal par un brise-lames, il serait sage d'attendre pour le faire qu'une expérience de plusieurs années eût prouvé la nécessité d'un avant-port, et donné la mesure des dépôts de sable formés à l'enracinement des jetées.

Le système d'un vaste bassin, servant à la fois de rade et de port, exigerait des dépenses énormes de premier établissement ; et il augmenterait de beaucoup les dépenses d'entretien, en provoquant de grands dépôts de vase à l'intérieur des jetées. Ce système ne permettrait de reporter l'entrée dans la zône des vases qu'à la condition de faire de la rade un arrière-port, c'est-à-dire qu'à la condition de l'abandonner.

Le système d'un large chenal, s'ouvrant librement en mer, permet de donner tout d'abord au port Saïd les qualités nautiques essentielles, et assure son avenir, en réservant la possibilité d'améliorations et d'extensions futures.

En défilant les musoirs N. N. E. et S. S. O., direction normale des grandes ondes du large, on garantirait le chenal de toute agitation nuisible. En lui donnant 400 mètres de largeur, on permettrait aux navires qui, par une grosse mer, l'aborderaient toujours vent grand largue, d'y entrer en tous temps sans hésitation et sans risques.

La région du golfe où il s'ouvre est en partie protégée des vents dominants d'O. N. O., et présente partout un excellent fond. On pourrait probablement y tenir en tout temps, avec de longues touées, par 12 mètres d'eau ; et si l'on craignait d'y casser ses chaînes, on aurait toujours la ressource de se relever et de sortir du golfe. Cette rade foraine, quelque imparfaite qu'elle soit d'ailleurs, serait un complément très-utile du port, en ce qu'elle faciliterait en temps ordinaire les mouvements d'entrée et de sortie.

D'après ces considérations, la Commission adopte les conclusions suivantes :

1° Le port Saïd sera formé par un très-large chenal courant S. O. et N. E. ;

2° La jetée N. sera poussée à 3,500 mètres jusqu'aux profondeurs de 10 mètres. La jetée S. sera arrêtée à 2,500 mètres par les fonds de 8 mètres. Les musoirs seront défilés N. N. E. et S. S. O. ;

3° Les jetées, construites à pierres perdues, seront établies sur le sable et rechargées à l'intérieur au fur et à mesure de l'enfoncement des blocs par suite du curage du chenal ;

4° La jetée N. aura 10 mètres de largeur au couronnement ; la jetée S., 6 mètres. Elles seront élevées de 2 mètres au-dessus de l'eau, et surmontées d'un parapet ;

5° Les abords du port seront signalés par un phare d'atterrage, établi sur la pointe de Damiette ; et l'entrée sera éclairée par deux fanaux, établis en tête des jetées.

Le secrétaire, LIEUSSOU. *Le président,* F. W. CONRAD.

ANNEXE AU PROCÈS-VERBAL N° 8.

RAPPORT

A

M. L'INGÉNIEUR HYDROGRAPHE LIEUSSOU

SUR LA RECONNAISSANCE HYDROGRAPHIQUE
DU GOLFE DE PÉLUSE.

Description sommaire du golfe de Péluse. — Le golfe de Péluse, qui s'étend du cap Casius à la pointe de Damiette, est resté longtemps inutile à la navigation. Des bâtiments se rendant à Beyrouth et à Jaffa, sont quelquefois poussés par les vents dans ces parages, qu'ils cherchent d'ailleurs à éviter autant que possible.

Les ruines de l'ancienne ville de Péluse se trouvent au fond du golfe à 3,000 mètres de la mer environ. A l'est, sont de hautes dunes, qui se prolongent jusqu'aux montagnes de Syrie. A l'ouest, des terres basses, formées de limon, couvertes par le Nil pendant l'inondation et par

la mer dans les grandes tempêtes. C'est ce qu'on nomme la plaine de Péluse. On y rencontre de nombreux débris de coquillages et des couches de sel qui ont parfois assez d'étendue. A l'ouest de ces terres, se trouve le lac Menzaleh, qui s'étend jusqu'à la branche de Damiette.

Dans tout le golfe, la plage est formée de sable fin. Elle est interrompue dans sa partie occidentale par trois bouches :

1° L'embouchure de l'ancienne branche Pélusiaque au fond du golfe. On l'appelle aussi bouche de Tineh, à cause du château de Tineh, vieux fort ruiné qui se trouve sur cette branche;

2° L'embouchure de l'ancienne branche Tanitique ou Saïdienne, nommée encore branche d'Oum-Fareg, près de la tour d'Oum-Fareg, bâtie autrefois par les Français pendant l'expédition d'Égypte;

3° La bouche ou le boghaz de Ghémil ou de Ghémileh, près de la tour de Ghémil, faisant communiquer la mer avec le lac Menzaleh.

Plus à l'ouest, se trouvait autrefois l'embouchure de l'ancienne branche Mendésienne, près de la tour de Dibeh. Mais cette embouchure a été obstruée depuis quatorze ans.

Reconnaissance de la côte entre les bouches de Tineh et de Ghémil.—Ma reconnaissance a spécialement porté sur la portion du golfe comprise entre la bouche de Tineh et celle de Ghémil. Le plan de cette partie est appuyé sur une triangulation à laquelle sont rattachés les sondages par des angles pris avec le cercle de réflexion.

Aspect général de la plage. — Dans cette étendue de

44 kilomètres, le cordon littoral est une langue de sable séparée des terres intérieures, soit par le lac Menzaleh, soit par des flaques d'eau qui s'étendent parallèlement au rivage, depuis le lac jusqu'à la bouche de Tineh. Cette eau provient de la mer, qui pénètre par les bouches, ou qui passe par-dessus la plage dans les gros temps. Pendant l'étiage, elle est en trop faible quantité pour que les barques puissent y naviguer et pénétrer par là dans le lac Menzaleh. La véritable communication du lac avec la mer est le boghaz de Ghémil; sa profondeur est de 1ᵐ,20 dans les basses eaux, et sa largeur est de 385 mètres. Elle tend à s'accroître depuis que la bouche de Dibeh est obstruée.

Entre la bouche de Tineh et celle d'Oum-Fareg, s'étend une plage de sable très-basse et couverte de quelques herbes. A l'ouest d'Oum-Fareg, commence une chaîne de dunes ayant au plus 1ᵐ,50 d'élévation et s'étendant jusqu'au point appelé signal K sur le plan. De là à Ghémil, on ne voit plus que quelques dunes isolées. Cette côte ne s'avance sensiblement en aucun point; elle paraît au contraire se ronger vers le signal K et le signal M, en des points où le rivage est formé de terre végétale.

Tel est l'aspect général de la plage. Quant au fond de la mer, voici ce qui résulte des sondages.

Profondeur de la mer. — La déclivité du fond est partout très-faible et assez régulière. La ligne de plus grande pente se trouve à 18 kilomètres environ au nord-ouest d'Oum-Fareg. Les fonds de 8 mètres, par exemple, y sont à 2,300 mètres de terre. La pente la plus faible se trouve en face de Péluse, où il faut aller à 7,500 mètres

pour avoir une profondeur de 8 mètres, et à 20 kilomètres environ pour avoir 16 mètres. Entre ces points, les lignes de niveau se rapprochent de terre à mesure qu'on s'éloigne de Péluse. Vers Ghémil, elles restent à peu près à la même distance de terre dans une étendue de 20 kilomètres.

Nature du fond.—La qualité du fond reste constante jusqu'aux profondeurs de 8 à 9 mètres. Dans cet espace on trouve toujours du sable très-fin. Au delà on commence à rencontrer la vase. J'ai trouvé aussi quelques traces de vase dans les fonds moindres, où elles forment quelques taches, n'ayant guère plus de 10 à 15 mètres de diamètre, et $0^m,25$ à $0^m,40$ de hauteur.

Dans ces parages, l'eau est généralement trouble; la couleur jaunâtre que prend alors la mer s'étend jusqu'aux fonds de 9 à 10 mètres dans les temps ordinaires. Mais dans les gros temps, on la rencontre encore hors de vue de la terre.

Courants. — Les courants sur cette côte n'ont qu'une faible intensité; ils varient avec le vent et la houle. Par un vent d'E., ils portent à l'O.; par un vent d'O., ils portent à l'E. Quand la mer est calme et le vent très-faible, le courant suit la direction de l'E. N. E. à l'O. S. O. avec une vitesse de deux milles par jour environ. Il existe un autre courant plus sensible au N. du golfe. C'est ce qui résulte de la route que suivent les bâtiments se rendant d'Alexandrie sur les côtes de Syrie. La dérive les porte au S.; et pour arriver à Beyrouth et à Alexandrette, ils gouvernent d'un quart environ au N. de la route directe. Quand ils se rendent à Jaffa, ils éprouvent encore

une dérive dans le même sens, mais beaucoup moins grande.

Vents. — Les vents qui règnent habituellement dans le golfe de Péluse sont les vents de N. O. ou de N. E. Quand le temps est beau, la brise de terre vient du S. O.; la brise de mer, du N. O. D'autres fois, la brise de terre vient du S. E.; et la brise de mer, du N. E. La mer est alors un peu agitée par la houle qui vient des côtes de Syrie jusqu'au fond du golfe. Quand les vents de N. E. viennent à forcer, la mer monte par-dessus la plage, ce qui entretient ces flaques d'eau parallèles à la côte, dont j'ai déjà parlé.

Les coups de vent et les orages viennent généralement du N. O.; et quelquefois du N. E., pendant l'hiver. Les vents du S. sont rarement violents; et d'ailleurs ce sont des vents de terre, qui, par conséquent, ne sont pas dangereux pour les navires.

Tenue du fond, appareillage. — La tenue du fond est partout excellente. J'ai pris plusieurs fois les positions du bâtiment à un jour d'intervalle sans trouver de différence, quoique le vent eût soufflé toute la nuit. Les bâtiments qui voudraient mouiller dans cet endroit ne doivent donc pas craindre de chasser; et tant qu'ils pourront filer leurs chaînes sans les briser, ils ne courront aucun risque. Ils trouveront d'ailleurs un abri contre la mer du N. O. en dedans de la pointe de Damiette. C'est dans cet endroit que viennent mouiller les bâtiments qui n'ont pu franchir la barre du Nil avant les gros temps. Mais ils n'y sont nullement abrités du N. E.; et par un vent violent venant de cette région, ils peuvent éprouver beaucoup de

difficultés pour appareiller, à cause des hauts-fonds de la pointe de Damiette qui se prolongent très-loin en mer.

Entre Ghémil et Oum-Fareg, les bâtiments peuvent mouiller avec sécurité, par 9 ou 10 mètres, à peu de distance de la terre. Ils n'y sont abrités ni du N. O. ni du N. E. Mais ils ont toute facilité pour se relever par ces vents, s'ils craignent pour leurs chaînes. Ils doivent d'ailleurs éviter le fond du golfe, où ils ne peuvent mouiller qu'à une grande distance de terre, et où, s'ils veulent gagner le large par des vents violents de N. O. ou de N. E., ils ne peuvent le faire sans courir le risque de tomber immédiatement dans les hauts-fonds.

Tels sont, Monsieur l'ingénieur, les résultats des observations que j'ai recueillies pendant mon séjour dans le golfe de Péluse. Je dois remercier M. l'ingénieur Darnaud et le commandant de la frégate égyptienne *le Nil*, qui connaissent cette côte depuis longtemps, pour les renseignements qu'ils ont bien voulu me communiquer Je vous les soumets dans l'espoir qu'ils pourront vous être de quelque utilité.

Veuillez agréer, etc.,

E. Larousse,

sous-ingénieur hydrographe de la marine.

N° 9.

SÉANCE DU 2 JANVIER 1856,

A ALEXANDRIE.

Étaient présents : MM. Conrad, de Négrelli, Renaud, Mac-Clean et Lieussou.

M. le président expose que l'impossibilité de faire traverser le Nil par un canal de grande navigation et la facilité de créer dans le golfe de Péluse un excellent port ont confirmé le principe du percement de l'isthme dans sa moindre largeur, sur lequel est basé l'Avant-projet dressé par MM. Linant-Bey et Mougel-Bey. Les dispositions du projet définitif ne devant être arrêtées qu'en Europe, en assemblée générale, et ne pouvant l'être d'ailleurs qu'après l'achèvement des études complémentaires qui se poursuivent encore dans l'isthme, la Commission ne saurait quitter l'Égypte sans donner à S. A. le Vice-roi un avis sommaire sur l'Avant-projet qu'il lui a soumis.

Un membre dit que le canal à ouvrir à travers l'isthme peut être alimenté ou par l'eau de mer, comme dans l'Avant-projet, ou par l'eau douce amenée du Nil par le canal de l'Ouadée. Dans le premier cas, on devrait creuser le canal à la drague jusqu'à 8 mètres en contre-

bas de la Méditerranée, au risque de ne pas réussir si l'on rencontrait sur quelques points le sable coulant ou le roc. Dans le second cas, on pourrait maintenir le canal au-dessus des deux mers, au moyen d'un système d'écluses placées aux deux extrémités, de manière à le construire à sec, en toute sécurité, avec une économie de moitié dans la durée et la dépense des travaux.

Un membre expose que du seuil de Suez au seuil d'El-Guisr, le canal pourra être dans tous les cas construit à sec, et que dans la traversée du lac Menzaleh il y aura moins de difficultés et de mécomptes à le creuser à la drague qu'à l'établir en remblai sur des vases molles. L'économie de temps et d'argent invoquée en faveur du système d'alimentation par l'eau douce lui paraît exagérée; en réalité, elle ne serait pas une compensation suffisante des travaux d'entretien et des difficultés de navigation auxquels elle assujettirait le canal.

Un membre fait au système d'alimentation par l'eau douce deux objections de principe :

1° Un canal suspendu au-dessus du sol, dont les digues en sable pourraient être rompues soit par accident, soit par quelques coups de pioche, n'offre, dans un pays désert, aucune garantie de conservation ;

2° Les chômages fréquents qu'entraînerait la réparation des écluses sont inadmissibles dans un canal maritime qui doit être une des grandes voies du commerce du monde.

Un membre dit qu'il attendra, pour se former une opinion sur les dispositions de détail du projet de canal, que les études qui se poursuivent dans l'isthme soient achevées.

Il pense que le rapport préalable qu'il serait convenable d'adresser à S. A. le Vice-roi, en attendant le rapport détaillé, ne doit contenir que les conclusions générales qui, admises à l'unanimité des membres présents en Égypte, c'est-à-dire par la majorité de la Commission, sont définitivement acquises et ne pourront pas être modifiées en assemblée générale. Il soumet à la Commission un rapport sommaire, pour S. A. le Vice-roi, rédigé dans ce sens.

Après la lecture de ce rapport, un membre fait remarquer :

1° Que la dépense de l'Avant-projet a été évaluée à 200 millions;

2° Que les modifications faites aux avant-projets des deux ports diminuent la dépense des travaux d'art d'environ 40 millions;

3° Que les modifications à faire au tracé du canal ne sauraient augmenter notablement le cube des déblais.

Il propose en conséquence de déclarer que la dépense du canal maritime et de tous les travaux qui s'y rattachent ne dépassera pas le chiffre de 200 millions.

Avec cette addition, le rapport est adopté à l'unanimité. Il sera annexé au présent procès-verbal.

Le secrétaire,
LIEUSSOU.

Le président,
F. W. CONRAD.

N° 10.

RAPPORT

A S. A. MOHAMMED SAÏD PACHA,

VICE-ROI D'ÉGYPTE.

S. A. nous a appelés en Égypte pour y étudier la question du percement de l'isthme de Suez. En nous fournissant les moyens de juger sur le terrain du mérite des diverses solutions proposées, S. A. nous a invités à lui soumettre la solution la plus facile, la plus sûre, et la plus avantageuse pour le commerce de l'Europe.

Notre exploration, favorisée par un temps à souhait, facilitée et abrégée par l'ampleur des moyens matériels mis à notre disposition, est terminée. Elle nous a fait reconnaître des obstacles sans nombre, ou plutôt des impossibilités, pour diriger le canal sur Alexandrie, et des facilités inattendues pour établir un port dans le golfe de Péluse.

Le canal direct de Suez vers le golfe de Péluse est donc l'unique solution du problème de la jonction de la mer Rouge et de la Méditerranée. L'exécution en est facile, et le succès assuré. Les résultats en seront immenses pour le commerce du monde. Notre conviction à cet égard est unanime. Nous en développerons les motifs dans un mémoire détaillé, appuyé des plans hydrographiques des baies de Suez et de Péluse, des profils donnant le relief du sol, et des forages indiquant la nature des terrains traversés par le canal.

La rédaction de ce mémoire et celle des plans, des profils et des forages qui doivent l'accompagner, sont un travail de longue haleine, dont nous allons nous occuper activement en Europe, de manière à pouvoir le soumettre dans quelques mois à Son Altesse. Dès à présent, nous nous empressons de lui faire connaître nos conclusions :

1° Le tracé par Alexandrie est inadmissible au point de vue technique et économique;

2° Le tracé direct offre toute facilité pour l'exécution du canal proprement dit, avec embranchement sur le Nil, et il ne présente que des difficultés ordinaires pour la création de deux ports ;

3° Le port de Suez s'ouvrira sur une rade sûre et vaste, accessible en tout temps, et où l'on trouve 9 mètres d'eau à 2,000 mètres du rivage;

4° Le port de Péluse, que l'Avant-projet plaçait dans le fond du golfe, sera établi à 28 kilomètres environ plus à l'O., dans la région où l'on trouve 8 mètres d'eau à 2,300 mètres du rivage, et où la tenue est bonne et l'appareillage facile ;



5° La dépense du canal des deux mers et des travaux qui s'y rattachent ne dépassera pas le chiffre de 200 millions, porté dans l'Avant-projet des ingénieurs de S. A. le Vice-roi.

Alexandrie, 2 janvier 1856.

Les membres de la Commission internationale du canal de Suez,

CONRAD, *président*, A. RENAUD, DE NÉGRELLI, MAC-CLEAN, LIEUSSOU, *rapporteur*.

ANNEXE IV.

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES

DE LA COMMISSION INTERNATIONALE

A PARIS.

COMMISSION INTERNATIONALE

DU

CANAL MARITIME DE SUEZ.

PREMIÈRE SÉANCE, 23 JUIN 1856,

A PARIS.

PRÉSIDENCE DE M. CONRAD.

Étaient présents : MM. Paléocapa, Lentzé, Mac-Clean, Ch. Manby, Harris, Conrad, Renaud, Rigault de Genouilly, Jaurès et Lieussou.

M. Jomard, M. Ferd. de Lesseps, M. Barthélemy Saint-Hilaire et M. Mougel-Bey, ingénieur de S. A. le vice-roi d'Égypte, assistent à la séance. M. Rendel, absent, s'est excusé par lettre sur l'état de sa santé.

La séance est ouverte à huit heures du matin par M. Ferdinand de Lesseps, qui rappelle l'objet spécial de la réunion, et qui dépose sur le bureau de la Commission tous les documents rassemblés jusqu'à ce jour pour ses travaux.

Communication de M. Ferd. de Lesseps.

« Messieurs,

» Je dois vous exposer en peu de mots les précédents et l'objet spécial de la réunion à laquelle vous avez bien voulu vous rendre, des diverses parties de l'Europe, avec un empressement dont je vous remercie.

» Vous avez à résoudre, par les lumières de la science et de votre expérience, toutes les questions d'art relatives au canal qui est destiné à joindre la mer Rouge à la Méditerranée. La solution scientifique de cette grande entreprise vous appartient tout entière, et vous allez décider en dernier ressort quelles doivent être les conditions pratiques de l'exécution.

» Je n'entrerai point ici dans des détails que chacun de vous connaît suffisamment. Mais il m'a paru utile, avant que vos délibérations commencent, de résumer les travaux qui jusqu'à ce jour ont été accomplis pour préparer vos décisions.

» Au mois de novembre dernier, la majorité de votre Commission s'est transportée en Égypte pour juger, par l'examen direct des lieux, quel était le mérite de l'Avant-projet de MM. les ingénieurs de S. A. le vice-roi, Linant-Bey et Mougel-Bey.

» La Commission a étudié d'abord le port d'A-

lexandrie; et, en allant de cette ville au Caire, elle a pu se rendre compte du tracé indirect proposé par M. P. Talabot, qu'elle désirait apprécier impartialement.

» La Commission a ensuite étudié Suez et sa rade; elle en a reconnu les qualités naturelles, et elle a fixé la direction générale qu'y devrait avoir le débouché du canal projeté.

» Après Suez, elle a consacré à l'isthme lui-même un examen approfondi. En suivant la ligne jalonnée du canal, elle a vérifié les forages qui avaient été ordonnés et qui se continuaient depuis plusieurs mois. Des échantillons complets de ces forages sont placés sous vos yeux, comme ils l'ont été, lundi dernier, sous les yeux de l'Académie des sciences, par son illustre secrétaire perpétuel, M. Élie de Beaumont.

» Arrivée à Péluse, la Commission a examiné les résultats des sondages, au nombre de plus de cinq cents, exécutés avec beaucoup d'intelligence et une rare énergie par le jeune ingénieur hydrographe M. Larousse; et elle s'est éclairée sur cette partie de son exploration autant qu'elle l'était déjà sur la rade de Suez.

» Rentrée à Alexandrie, la Commission a remis à S. A. le vice-roi d'Égypte un rapport sommaire où elle annonçait brièvement le résultat général de ses études.

» Elle a de plus énuméré les faits sur lesquels son opinion se fonde, dans une suite de procès-verbaux que vous connaissez.

» De retour en Europe, la Commission a eu besoin de compléter les documents déjà recueillis par des documents nouveaux demandés à MM. les ingénieurs de S. A. le vice-roi, et qui exigeaient d'assez longues recherches. Ces éléments indispensables de votre décision souveraine sont tous rassemblés actuellement; ils ont retardé votre réunion, qui aurait été convoquée plus tôt sans cette circonstance.

» Vous avez donc aujourd'hui entre vos mains les matériaux de toute sorte qui vous étaient nécessaires pour asseoir votre jugement.

» Plusieurs de vos collègues, qui ont eu la liberté de se rendre à Paris depuis huit jours, ont tenu plusieurs séances dans lesquelles ils ont préparé à l'avance tous les éléments de la discussion à laquelle vous allez vous livrer. MM. les ingénieurs anglais ont voulu prendre part, quoique de loin, à ces travaux préliminaires, et ils ont envoyé à leurs collègues des notes qui leur ont été fort précieuses.

» Voici l'énumération exacte de tous les documents que j'ai fait recueillir d'après les intentions de la Commission, et qui sont désormais à votre disposition.

Nos 1. Carte de l'isthme et profils en travers.

2. Plan de l'isthme avec le tracé projeté.

3. Plan des sondages de la plage et de la rade de Péluse.

4. Plan du port et de la rade de Suez.

5. Profil en long du canal maritime.

6. Cahier des forages exécutés dans l'isthme, et tableau indiquant le niveau de l'eau dans chaque forage sur le tracé du canal.

7. Caisse renfermant les échantillons des forages.

8. Courbes des marées observées à Suez.

9. Dépouillement des observations de marées faites à Suez.

10. Dépouillement des observations de marées faites à Péluse.

11. Résultats comparés des divers nivellements exécutés entre la mer Rouge et la Méditerranée.

12. Résumé des observations sur l'évaporation, faites au barrage du Nil.

13. Recherches et calculs sur le régime des eaux dans le canal des deux mers.

14. Tableau des nivellements opérés dans l'isthme de Suez, et des observations de marées faites dans les deux mers.

15. Avant-métré des terrassements d'après les profils en long et en travers du tracé.

Nos 16. Recherches sur les provenances et le prix de revient des matériaux nécessaires à l'exécution des travaux.

17. Notice géologique sur l'isthme.

18. Plan des jetées proposées au débouché de la rade de Péluse.

19. Un mémoire important de M. Paléocapa avec cartes et plans.

» Tel est, Messieurs, l'ensemble des études qui ont précédé votre réunion de ce jour, et des documents dont vous aurez à faire usage.

» La Commission scientifique internationale pour le percement de l'isthme de Suez, que vous constituez, se compose, dans sa totalité et à la suite de quelques adjonctions, des honorables membres dont je rappelle les noms:

» Pour l'Angleterre, de MM. Rendel et Mac Clean, ingénieurs en chef; de M. le capitaine Harris de la marine britannique des Indes, dont le choix a été déterminé à cause de ses études spéciales sur la canalisation de l'isthme de Suez et de sa connaissance pratique de la mer Rouge; de M. Ch. Manby, secrétaire de l'Institut des ingénieurs civils de Londres;

» Pour les Pays-Bas, de M. Conrad, ingénieur en chef du Waterstaat;

» Pour l'Autriche, de M. le conseiller de Négrelli, inspecteur général des chemins de fer de l'Empire;

» Pour la Prusse, de M. le Conseiller Lentzé, ingénieur en chef des travaux de la Vistule;

» Pour l'Italie, de M. l'ingénieur Paléocapa, ministre des travaux publics à Turin;

» Pour l'Espagne, de don Cipriano Segundo Montésino, directeur général des travaux publics à Madrid;

» Pour la France, de M. Renaud, inspecteur général et membre du conseil général des Ponts et chaussées; de M. le contre-amiral Rigault de Genouilly; de M. Jaurès, capitaine de vaisseau, et de M. Lieussou, ingénieur hydrographe de la marine.

» Enfin, vous revoyez au milieu de vous le respectable M. Jomard, un des derniers représentants de la Commission scientifique d'Égypte en 1798, qui s'était empressé d'assister à votre première réunion de l'année dernière, et son confrère de l'Institut, M. Barthélemy Saint-Hilaire, qui a suivi les travaux de vos collègues en Égypte, et qui depuis lors n'a pas cessé un seul jour de me prêter sa savante et si utile collaboration dans la tâche que j'ai entreprise.

» La partie de la Commission qui s'était transportée en Égypte avait désigné pour son président M. Conrad, et pour son secrétaire, M. Lieussou. Ces Messieurs ont considéré que leur mission, dont ils se sont acquittés avec tant zèle et de distinction, était aujourd'hui terminée. Quelques-uns de vos collègues avaient pensé qu'il convenait d'offrir la prési-

dence de la réunion générale à M. Paléocapa, qui y semblait appelé à la fois par son âge, par son expérience consommée et par la haute position qu'il occupe dans les conseils de son gouvernement.

» M. Paléocapa, quoique très-sensible aux ouvertures qui lui avaient été faites officieusement, a dû renoncer à cette marque de confiance en s'excusant sur l'état de sa santé, qui lui permet toutefois de prendre part à vos délibérations. L'assemblée aura donc à procéder, après avoir entendu l'honorable M. Conrad, à l'élection de son président et de son secrétaire.

» M. Mougel-Bey, ici présent, envoyé auprès de vous par S. A. le vice-roi, est prêt à vous donner les informations et les renseignements que vous auriez à réclamer sur les documents que son collègue M. Linant-Bey et lui ont recueillis et coordonnés avec un grand soin. Il vous exposera la pensée générale, et les données sur lesquelles s'est appuyé l'Avant-projet soumis à votre examen.

» En terminant le compte rendu que je vous devais, avant que vous commenciez vos importantes délibérations, je me félicite, Messieurs, de vous voir tous ici heureusement rassemblés pour la grande œuvre qui excite si puissamment les sympathies de l'Europe. »

MM. Conrad et Lieussou, président et secrétaire

de la Commission pendant son exploration en Égypte, ayant déclaré qu'ils considèrent leurs fonctions comme désormais accomplies, la Commission procède à la nomination d'un président et de deux secrétaires. M. Conrad est nommé président. MM. Lieussou et Ch. Manby sont nommés secrétaires.

M. le président rappelle les termes de la circulaire de M. Ferdinand de Lesseps en date du 16 mai dernier, où sont indiquées les conditions principales que, d'après les termes de la concession de S. A. le vice-roi d'Égypte, doit remplir le canal maritime de Suez. Ces conditions sont les suivantes : Respect du système hydraulique de l'Égypte, entretien peu coûteux, navigation facile, absence de chômage.

En conséquence, M. le président indique comme la première question dont la Commission ait à s'occuper la question des différents tracés.

M. Renaud expose le système de M. P. Talabot, et les difficultés qu'il présente. Il expose également le système de MM. Barrault, en l'expliquant sur la carte de la basse Égypte, dressée par M. Linant-Bey. Après une discussion détaillée à laquelle prennent part MM. Jaurès, Lieussou, Rigault de Genouilly, Conrad, Renaud et Mougel-Bey, les systèmes de tracé indirect sont rejetés.

La seconde question, posée par M. le président,

est relative à l'alimentation du canal, qui peut recevoir ou les eaux du Nil ou celles de la mer.

MM. Lieussou et Renaud exposent les inconvénients que présente l'alimentation du canal par l'eau douce. Ils rappellent que ces objections ont été déjà soutenues par eux dans le sein de la Commission en Égypte : difficultés de conserver les digues d'un canal surélevé; probabilités de chômage à cause du grand nombre de travaux d'art; difficultés de navigation résultant du passage.

M. Paléocapa demande quelques explications sur les chiffres relatifs au cubage général d'un canal à point de partage, et sur l'importance réelle de l'économie du système d'alimentation par l'eau douce. La Commission reconnaît que l'économie des déblais sera de beaucoup atténuée par la dépense des travaux d'art.

Discussion à laquelle prennent part MM. Renaud et Mougel-Bey sur les matériaux qu'on a trouvés à El-Guisr. Ces matériaux, dont l'emplacement est à Cheik-Ennédek, sont insignifiants, et ne peuvent servir en rien à la construction du port de Saïd sur la Méditerranée.

M. Renaud présente des observations sur les jetées que dans le système de canal à point de partage il faudrait élever dans le lac Menzaleh. Ces jetées s'enfonceraient dans la vase.

M. Mac-Clean croit que le limon n'a pas plus

de 60 centimètres, et que le reste est d'un sable solide. M. Renaud prouve, en produisant les échantillons du forage dans le lac Menzaleh, que, dans la région nord du lac, la couche des vases molles est beaucoup plus épaisse.

M. Paléocapa insiste sur la difficulté de conserver les digues; il cite celles de l'Adige et du Pô. Les digues sableuses, les seules qu'on puisse faire dans le désert, ne présentent aucune garantie. M. Renaud signale les dangers d'un canal que la malveillance pourrait toujours aisément détruire, et les nécessités coûteuses d'une surveillance continuelle. M. Lieussou insiste sur les inconvénients des chômages dans un canal de jonction entre les deux mers.

M. le président résume les objections contre le projet d'alimentation par l'eau douce; il combat ce projet.

La séance est levée à onze heures, et remise à deux heures de l'après-midi.

Le président, W. CONRAD.
Les secrétaires, LIEUSSOU, CH. MANBY.

SECONDE SÉANCE, 23 JUIN 1856,

A PARIS.

PRÉSIDENCE DE M. CONRAD.

La séance est ouverte à deux heures.

Étaient présents : MM. Conrad, Mac-Clean, Charles Manby, Harris, Lentzé, Paléocapa, Rigault de Genouilly, Jaurès et Lieussou.

M. Jomard, M. Ferd. de Lesseps, M. Barthélemy Saint-Hilaire, M. Mougel-Bey assistent à la séance.

Endiguement du canal dans les Lacs-Amers.

M. Renaud développe les arguments présentés en faveur de l'endiguement du canal dans le passage des lacs. On craint les dangers d'une mer intérieure, l'interruption du halage et la violence du courant produit dans la section sud du canal par l'immensité de l'évaporation sur une surface de 330 millions de mètres carrés.

M. Lieussou combat l'endiguement. On pourrait régler à volonté l'introduction des eaux dans les Lacs-Amers en rétrécissant la section du canal à

travers le seuil de Suez, qui est d'argile et qui formerait bâtardeau. Il ne redoute pas les tempêtes dans une mer intérieure peu profonde, où les lames ne pourraient se former. Les Lacs-Amers lui semblent de la plus grande utilité pour modérer le mouvement des eaux et pour empêcher l'onde-marée de se propager dans toute la longueur du canal. L'interposition des Lacs-Amers permettrait de supprimer les écluses aux deux extrémités du canal.

M. Mougel-Bey explique les motifs qui ont porté les auteurs de l'Avant-projet à ne pas endiguer le canal dans la traversée des Lacs-Amers; et il adhère à la proposition de M. Jaurès de faire le chenal en l'indiquant par des bouées, et en rejetant au loin les produits de l'excavation.

M. Conrad cite, pour l'endiguement, l'exemple du lac d'Alkmaar, en Hollande, où la digue est ouverte de loin en loin pour laisser le niveau des eaux s'établir facilement,

MM. Rigault de Genouilly et Harris présentent quelques observations, et demandent des renseignements sur le régime probable des vents dans la mer intérieure que formeraient les Lacs-Amers. M. Rigault de Genouilly insiste sur la nécessité d'un règlement auquel serait soumise la marche des navires dans le canal et dans la traversée des Lacs-Amers.

M. Mac-Clean demande si l'on a un système ar-

rêté sur les moyens de remplir les Lacs-Amers. Il craint que la vitesse des eaux ne détruise les berges.

M. Mougel-Bey répond qu'on amènera l'eau le plus tôt qu'on le pourra, suivant l'ordre des travaux, et qu'on achèvera le reste à la drague.

Discussion sur le mouvement des eaux, à laquelle prennent part MM. Conrad, Paléocapa, Lieussou et Rigault de Genouilly. M. Lieussou expose les résultats généraux de ses calculs.

Le vote de l'endiguement du canal dans les Lacs-Amers est remis à demain.

M. Mac-Clean demande si l'on a fait des observations simultanées de marées dans la mer Rouge et la Méditerranée. M. Lieussou répond que les observations faites pendant une lunaison entière dans l'une et l'autre mer suffisent, et qu'il n'était pas nécessaire qu'elles fussent simultanées.

La séance est levée à quatre heures un quart.

Le président, W. Conrad.

Les secrétaires, Lieussou, Ch. Manby.

TROISIÈME SÉANCE, 24 JUIN 1856,

A PARIS.

PRÉSIDENCE DE M. CONRAD.

La séance est ouverte à huit heures du matin.

Étaient présents: MM. Conrad, Mac-Clean, Charles Manby, Paléocapa, Lentzé, Rigault de Genouilly, Harris, Jaurès, Montésino, de Négrelli, Renaud et Lieussou.

M. Ferd. de Lesseps, M. Barthélemy Saint-Hilaire, et M. Mougel-Bey, ingénieur de S. A. le vice-roi, assistent à la séance.

Les procès-verbaux des deux séances du 23 juin sont lus et adoptés.

Communication d'une dépêche télégraphique de M. Rendel, annonçant que l'état de sa santé l'empêche de se rendre à Paris. Ses collègues, MM. Mac-Clean et Manby, se sont chargés suivant son désir de lui faire connaître les délibérations de la Commission.

La discussion est reprise sur l'alimentation du canal par l'eau du Nil.

M. Renaud insiste sur le peu de sécurité qu'offrirait un canal d'un niveau surélevé.

Après une discussion à laquelle prennent part MM. Mac-Clean, Renaud, Conrad, Mougel-Bey et Ferd. de Lesseps, la Commission décide que le canal sera alimenté par l'eau de mer.

La discussion est reprise sur l'endiguement des Lacs-Amers.

M. de Négrelli se prononce pour un canal sans écluses et sans digues dans la traversée des lacs ; le chenal, dans la traversée des lacs, serait régularisé et balisé comme dans l'Avant-projet.

Sur la demande de M. Montésino, M. Renaud résume les objections qu'il a présentées contre l'endiguement. Il ajoute qu'il craint l'empierrement des berges pour le cuivre des navires.

M. Rigault de Genouilly demande si l'ensemble des travaux projetés comprend un bassin de radoub. M. Mougel-Bey donne quelques explications affirmatives.

MM. Rigault de Genouilly et Lieussou répondent à l'observation de M. Renaud, relativement au cuivre des navires.

M. Paléocapa demande si la Commission reconnaît généralement que l'interposition des Lacs-Amers arrêtera la propagation de l'onde-marée ; sur la réponse affirmative, M. Conrad pense que, tout en profitant de la surface entière du bassin des Lacs-

Amers pour modérer le mouvement des eaux, on pourrait maintenir le chenal par une digue interrompue de distance en distance.

La digue serait placée dans les profondeurs moyennes des lacs, et de manière à n'avoir qu'une seule jetée, la rive Est des Lacs-Amers pouvant comme protection remplacer l'autre jetée.

Discussion à laquelle prennent part MM. Lieussou, de Négrelli, Renaud, Paléocapa et Jaurès.

Sur la demande de M. Rigault de Genouilly, M. Lieussou donne quelques renseignements sur le régime des vents dans le golfe de Suez. M. de Lesseps rappelle l'exemple de la *Zénobia*. M. le capitaine Harris confirme l'exactitude de ces observations.

Discussion sur la position de la question. MM. Lieussou et Renaud désirent que la question soit ainsi posée :

Le canal aura-t-il des écluses aux extrémités? Aura-t-il des berges continues? Quels sont les avantages de la continuité? Quels en sont les inconvénients?

M. Renaud expose le système des écluses. On pourrait en avoir deux accolées à Suez, et deux également à Péluse. Les écluses, sans lui paraître indispensables, lui semblent devoir donner la plus complète sécurité sur le régime des eaux dans le canal.

M. de Négrelli combat le système des écluses.

M. Paléocapa croit que, du moment que les Lacs-Amers seront remplis, les écluses ne seront plus nécessaires. M. Jaurès se prononce dans le même sens.

M. Renaud répond aux diverses objections présentées contre le système des écluses.

Il suffirait d'en avoir trois, tout au plus, pour éviter toute chance de chômage.

M. Conrad pense qu'il est plus prudent d'avoir des écluses. Elles seraient ordinairement ouvertes; et elles pourraient se fermer, s'il en était besoin.

Sur l'invitation de M. le président, M. l'ingénieur de S. A. le vice-roi expose les motifs qui ont fait adopter dans l'Avant-projet le système des écluses: économie de déblai, sécurité pour le maintien des berges, protection contre l'ensablement.

Discussion sur l'envasement et l'ensablement possibles du canal. MM. Rigault de Genouilly, Mougel-Bey, de Négrelli, Lieussou, Renaud, Paléocapa, Montésino, y prennent part.

M. Renaud affirme que le sable du désert n'a rien de dangereux pour le canal. Il cite dans l'intérieur de l'isthme les berges encore subsistantes du canal des Pharaons, et les travaux du canal de Néchos, entre le lac Timsah et le lac Menzaleh.

Discussion sur le mouvement des sables tenus en suspension dans l'eau. MM. Lieussou, Mougel-Bey, Renaud, Paléocapa, Montésino, prennent successivement la parole.

M. Lieussou demande qu'on se réserve toujours la possibilité de faire des écluses, si l'on reconnaissait plus tard qu'elles fussent nécessaires.

La Commission adopte cet avis.

M. Paléocapa pense que, même avec cette réserve, il faut donner primitivement au canal toute sa profondeur.

La Commission adopte cette opinion.

Quelle doit être la profondeur du canal?

M. Rigault de Genouilly pense que 8 mètres seraient suffisants pour la plus grande navigation marchande.

Il est décidé que la profondeur minimum sera 8 mètres.

Il est décidé que le canal maritime n'aura pas d'écluses.

On reprend la question de l'endiguement des Lacs-Amers.

Observations de M. Renaud sur la position de la question.

La séance est levée à onze heures un quart, et renvoyée à deux heures de l'après-midi.

Le président, W. CONRAD.

Les secrétaires, LIEUSSOU, CH. MANBY.

QUATRIÈME SÉANCE, 24 JUIN 1856,

A PARIS.

PRÉSIDENCE DE M. CONRAD.

La séance est ouverte à deux heures.

Étaient présents : MM. Conrad, Mac-Clean, Charles Manby, Paléocapa, Lentzé, Rigault de Genouilly, Jaurès, Harris, Montésino, de Nègrelli, Renaud et Lieussou.

M. Ferd. de Lesseps, M. Barthélemy Saint-Hilaire et M. Mougel-Bey, ingénieur de S. A. le vice-roi, assistent à la séance.

Suite de la discussion sur les Lacs-Amers.

La discussion est reprise sur l'endiguement du canal dans les Lacs-Amers.

Après quelques observations de MM. Renaud et de Négrelli, la Commission décide que la navigation sera laissée libre dans les Lacs-Amers, et que le

chenal y sera dirigé de manière que l'on puisse toujours faire une digue unique, si plus tard elle paraissait utile.

Question de la largeur du canal.

M. Paléocapa ne trouve pas nécessaire d'avoir partout une largeur uniforme. A l'exception des deux tronçons extrêmes, la largeur du canal devrait être réduite.

M. Lieussou se rallie à l'opinion de M. Paléocapa; la largeur normale pourrait être réduite à 80 mètres à la ligne d'eau. M. Renaud présente un aperçu des différences de dépenses selon les différentes largeurs.

M. Rigault de Genouilly désirerait qu'on ménageât des gares d'évitement.

M. Mougel-Bey dit que telle était l'intention des auteurs de l'Avant-projet.

Il est décidé que la largeur générale du canal sera de 44 mètres au plafond, et que le profil sera celui de l'Avant-projet.

Y aura-t-il des tronçons plus larges?

M. Renaud propose, entre Suez et les Lacs-Amers, des tronçons de 64 mètres au plafond; et, sur la demande de M. Lieussou, il donne quelques renseignements relatifs à la nature des argiles qui forment le seuil de Suez.

M. Harris fait observer que le passage de deux navires de 1,000 tonneaux n'exige pas plus de 40 mètres, en les supposant bord à bord.

Observations de M. Rigault de Genouilly sur la méthode de remorquage qu'il conviendrait d'adopter dans le canal. MM. Renaud, Jaurès et Mougel-Bey prennent part à la discussion.

M. Renaud produit les échantillons d'argile extraits des forages entre Suez et les Lacs-Amers. En réponse à la demande de M. Lieussou, il déclare qu'une bonne partie de ces argiles ne devrait pas être empierrée.

Il est décidé que le canal aura 64 mètres au plafond, partout où il y aura des empierrements, entre Suez et les Lacs-Amers. Partout ailleurs, il n'aura que 44 mètres au plafond.

M. Harris communique, par écrit, quelques remarques sur l'influence de la marée. Il ne pense pas qu'elle puisse s'étendre au delà des Lacs-Amers.

Question des ports. — Port Saïd.

On passe à la discussion du système des ports; et l'on s'occupe en premier lieu du port de Saïd dans la rade de Péluse.

M. Lieussou donne des explications sur la direction projetée de l'embouchure du canal, sur les di-

mensions de l'entrée et sur le mouvement des eaux dans la rade de Péluse.

M. Montésino présente quelques observations relatives aux courants sur les côtes d'Égypte.

M. Renaud donne des explications sur les alluvions du Nil et sur le régime général de leur mouvement dans la baie de Péluse. Le sable qui se trouve sur toute la rade, quelle qu'en soit l'origine, n'a rien de mobile. Le sable charrié par le Nil reste à l'embouchure. Les dragues suffiraient aisément à enlever le peu de sable qui se déposera dans le canal; des chasses seraient inutiles.

M. Rigault de Genouilly demande quels sont les motifs qui ont fait supprimer la rade d'abri proposée par MM. les ingénieurs de S. A. le vice-roi.

M. Renaud dit qu'il ne l'a jamais jugée utile. M. Mougel-Bey déclare que ce môle d'abri n'a été admis par les auteurs de l'Avant-projet que pour répondre d'avance aux objections qu'ils prévoyaient. Ils ont exagéré les précautions.

M. Jaurès, qui a séjourné et navigué trois ans sur les côtes d'Égypte, n'a jamais vu de vase près des rivages. La vase est entrainée dans les grands fonds de la mer, et le brise-lames pourrait les amener dans le canal.

M. Rigault de Genouilly préférerait une rade fermée, s'il était possible d'en avoir.

M. Jaurès croit que les rades foraines qui s'éten-

dent d'Aboukir à Saint-Jean d'Acre sont suffisantes. Le mouillage est bon sur les côtes d'Égypte.

MM. Mougel-Bey et Ferdinand de Lesseps donnent quelques renseignements sur la rade de Péluse.

M. Rigault de Genouilly demande qu'un bâtiment de la marine égyptienne passe tout un hiver dans cette rade, afin d'expérimenter la valeur du mouillage. La Commission s'associe à ce vœu, et M. de Lesseps promet de le transmettre à S. A. le vice-roi.

Discussion sur le mouvement général des sables et sur l'utilité des brise-lames.

MM. Jaurès, Paléocapa, Montésino et Rigault de Genouilly prennent part à la discussion; M. Lieussou croit que le chenal serait incessamment obstrué par les vases, si on le recouvrait par un brise-lames.

M. Harris pense que les profondeurs deviennent plus grandes à mesure qu'on se rapproche de Damiette à l'ouest. On pourrait établir le port dans cette partie.

M. Lieussou explique les motifs qu'a eus la Commission de rectifier l'Avant-projet et de placer le port sur le point qu'elle propose.

Le projet proposé pour le port Saïd par les membres qui ont exploré les lieux est adopté, sauf les modifications suivantes :

Il y aura un arrière-bassin;

La largeur du chenal est fixée à 400 mètres.

La séance est levée à cinq heures et renvoyée au lendemain huit heures du matin.

Le président, W. Conrad.

Les secrétaires, Lieussou, Ch. Manby.

CINQUIÈME SÉANCE, 25 JUIN 1856,

A PARIS.

PRÉSIDENCE DE M. CONRAD.

La séance est ouverte à huit heures et demie du matin.

Étaient présents : MM. Conrad, Mac-Clean, Ch. Manby, Paléocapa, Lentzé, Rigault de Genouilly, Jaurès, Harris, Montésino, de Négrelli, Renaud et Lieussou.

M. Ferd. de Lesseps, M. Barthélemy Saint-Hilaire et M. Mougel-Bey, ingénieur de S. A. le vice-roi d'Égypte, assistent à la séance.

Les procès-verbaux des deux séances du 24 juin sont lus et adoptés avec quelques modifications demandées par M. Ch. Manby en son nom et au nom de M. Mac-Clean.

Question du port de Suez.

M. le président donne lecture des propositions de la Commission, telles qu'elles sont consignées dans les procès-verbaux des séances tenues en Égypte.

M. Harris présente quelques observations sur la direction des vents dans la rade de Suez. Comme il craint que dans la direction projetée du chenal on ne rencontre du corail, il voudrait le porter un peu plus à l'ouest.

M. Renaud répond que les sondages faits dans le lieu même qu'on indique n'ont donné que du sable et de l'argile.

M. Lieussou explique les motifs qui ont fait préférer la direction proposée. Le chenal dirigé transversalement aux vents régnants, permet l'entrée et la sortie à la voile. M. Rigault de Genouilly estime que cette considération a peu d'importance à cause de l'excellence de la rade.

Sur une remarque de M. Ferdinand de Lesseps, M. le président lit un passage des procès-verbaux des séances de la Commission en Égypte, duquel il résulte qu'un membre avait proposé de supprimer complétement les jetées à Suez et de se borner à curer la rade.

M. Harris craint qu'un simple curage ne suffise pas. M. Rigault de Genouilly désirerait qu'il fût suffisant, les jetées qui forment le chenal suppriment la portion la plus intéressante de la rade. M. Jaurès appuie l'observation de M. Rigault de Genouilly.

M. Mac-Clean, qui avait déjà proposé en Égypte la suppression radicale des jetées, renouvelle sa proposition.

Discussion sur les jetées, à laquelle prennent part MM. Lieussou, Renaud, Mougel-Bey, Rigault de Genouilly, Conrad, Jaurès, de Négrelli et Paléocapa.

M. Paléocapa craint que le dragage ne puisse maintenir un chenal creusé à travers de petits fonds; les vents et les marées le combleront et le rendront tortueux; pour que la profondeur et la direction soient maintenues, il est indispensable qu'il soit fixé par des jetées.

M. Lieussou pense qu'on devrait prendre un terme moyen entre l'avis de MM. Rigault de Genouilly et Mac-Clean et celui de M. Paléocapa, en arrêtant les jetées aux profondeurs de 6 mètres, et en draguant le reste du chenal jusqu'aux profondeurs de 8 mètres; on respecterait ainsi la région navigable de la rade, et on assurerait la conservation du chenal.

La Commission décide que le chenal sera endigué jusqu'à 6 mètres, et qu'un large chenal sera creusé jusqu'à 9 mètres en avant des jetées. La largeur du chenal endigué est fixée à 300 mètres.

M. Harris exprime le vœu que le chenal soit en ligne droite et ouvert dans la direction du flot, pour que le jeu des marées s'y effectue librement.

Question du mode de construction des ports.

Discussion à laquelle prennent part MM. Mougel-Bey, Paléocapa, Renaud et de Négrelli.

M. Jaurès craint que de simples navires marchands ne puissent se charger de transporter les pierres de Chypre ou des autres îles de l'Archipel à Péluse. Réponses de MM. Conrad, Paléocapa, de Négrelli et Renaud.

M. l'ingénieur de S. A. le vice-roi donne des explications sur les moyens que l'on compte employer. Les petits blocs pourraient être amenés aisément par des navires marchands. Les gros blocs le seraient par des bâtiments spéciaux.

Discussion à laquelle prennent part MM. Jaurès, Conrad et Paléocapa, en citant les exemples de Cherbourg, de la Hollande et de Malamocco. M. Rigault de Genouilly pense qu'il faudrait des bâtiments spéciaux.

M. Paléocapa pense qu'il faudrait, autant que possible, tirer les matériaux d'Égypte, afin que les travaux fussent complétement indépendants des circonstances extérieures.

M. Lieussou donne lecture des précédentes propositions de la Commission sur cet objet; il maintient ces propositions, qu'appuie également M. de Négrelli.

Les propositions de la Commission, en ce qui concerne les moyens de construction, sont adoptées. Il est bien entendu que les pierres de l'Attaka seront employées dès que l'état du canal en permettra le transport.

Question des phares. — Feux de la Méditerranée.

MM. Jaurès et Rigault de Genouilly demandent que la côte d'Égypte soit éclairée à partir du Marabout jusqu'à vingt lieues au delà de Péluse, à l'est. Les phares seront construits de manière à pouvoir servir aussi de repères pendant le jour.

Cette proposition est adoptée.

Question des feux de Suez et de la mer Rouge.

Sur l'invitation de M. Rigault de Genouilly, M. Lieussou donne quelques explications sur le feu flottant qu'a déjà proposé la Commission. M. Harris dit que S. A. le vice-roi d'Égypte a commandé l'appareil de ce phare en Angleterre. Il pense que deux feux seraient suffisants à Suez.

MM. Rigault de Genouilly, Harris et Jaurès demandent que l'entrée de la mer Rouge, aux îles Jubal, soit éclairée comme le fond du golfe de Suez.

Il est décidé que la mer Rouge devra être éclairée aux points les plus difficiles et à Suez.

Question du port intérieur de Timsah.

M. Rigault de Genouilly désire qu'on précise les établissements qui doivent être fondés à Timsah. Est-ce un port de ravitaillement, de réparation et de radoub que l'on entend créer dans ce lac?

La Commission répond affirmativement. Mais les divers établissements que suppose un port de ravitaillement, de réparation et de radoub ne seront créés qu'au fur et à mesure des besoins.

Question des canaux secondaires.

M. l'ingénieur de S. A. le vice-roi lit des observations à l'appui des propositions de l'Avant-projet.

Cette question est ajournée à la séance prochaine.

La Commission décide qu'elle s'occupera, avant de se séparer, de la navigation de la mer Rouge.

La séance est levée à onze heures un quart, et renvoyée à deux heures de l'après-midi.

Le président, W. CONRAD.
Les secrétaires, LIEUSSOU, CH. MANBY.

SIXIÈME SÉANCE, 25 JUIN 1856,

A PARIS.

PRÉSIDENCE DE M. CONRAD.

La séance est ouverte à deux heures un quart.

Étaient présents : MM. Conrad, Mac-Clean, Ch. Manby, Paléocapa, Lentzé, Rigault de Genouilly, Jaurès, Harris, Montésino, de Négrelli, Renaud et Lieussou.

M. Ferd. de Lesseps, M. Barthélemy Saint-Hilaire et M. Mougel-Bey, ingénieur de S. A. le vice-roi, assistent à la séance.

La discussion est reprise sur le canal de l'Ouadée-Toumilat.

M. Mougel-Bey reprend la lecture de ses observations, qu'il explique en les démontrant sur la carte de la basse Égypte.

Discussion à laquelle prennent part MM. Paléocapa, Lieussou, Renaud et Mougel-Bey.

M. Mougel-Bey déclare que S. A. le vice-roi a pris à forfait la construction du canal d'eau douce d'après les devis de l'Avant-projet. Il insiste sur la nécessité de mettre le Caire en communication directe avec le canal.

M. Mac-Clean croit que la prise d'eau du canal pourrait être à Zagazig, à l'origine de l'Ouadée-Toumilat.

Discussion à laquelle prennent part MM. Renaud, Paléocapa, Mougel-Bey, de Négrelli et Lieussou.

La Commission adopte la prise d'eau au Caire, et déclare qu'elle laisse à l'appréciation des ingénieurs chargés de l'exécution à déterminer le tracé et les dispositions du canal depuis le Caire jusqu'à l'Ouadée. La même décision est prise relativement aux canaux secondaires qui iront de Timsah à Suez et à Péluse.

M. le président lit un résumé de toutes les résolutions qui ont été adoptées par la Commission. Il demande à M. l'ingénieur de S. A. le vice-roi s'il a quelques observations nouvelles à présenter. M. l'ingénieur répond négativement.

Question de la navigation de la mer Rouge.

M. Harris lit quelques considérations qu'il a écrites. Il croit qu'il y a en général un malentendu sur le régime de la mer Rouge. Cette mer est navigable à la voile en toute saison. Mais pendant trois mois, il est difficile aux grands bâtiments à voiles de remonter vers Suez. Les anciens bâtiments n'étaient pas à comparer à nos bâtiments actuels; et cependant ils y naviguaient fort bien. M. Harris est persuadé que les progrès de la navigation tendent à

substituer les navires mixtes aux bâtiments à voiles, et qu'il n'y aura guère plus de bâtiments à voiles dans la mer Rouge quand le canal pourra être ouvert. Il approuve les arguments de la réponse faite par M. Barthélemy Saint-Hilaire à la *Revue d'Édimbourg*. La principale difficulté de la navigation dans ces parages est celle des moussons. La mousson du sud-ouest est surtout redoutable pour les navires venant de Singapore.

M. Rigault de Genouilly cite un passage de Horsburgh, pour prouver que le voyage dans les mers de l'Inde est possible en toute saison. Horsburgh a marqué les routes suivant les saisons et suivant les moussons, qu'on peut toujours surmonter.

M. Jaurès indique et précise cette route qu'on appelle la route de l'Équateur, et que Malavilette a notée le premier. Il cite le voyage, à contre-mousson, de la *Jeanne-d'Arc*, frégate qu'il commandait. Il rappelle les croisières de l'amiral Duperré.

M. Harris reconnaît que cette route est très-bonne pour la côte orientale de l'Inde; mais elle ne l'est pas pour la côte occidentale.

M. Rigault de Genouilly cite un second passage de Horsburgh et l'exemple de l'amiral Blankett. Il croit que la navigation à contre-mousson est possible; mais elle fatiguerait beaucoup les navires, et elle ne peut jamais être qu'exceptionnelle.

M. Jaurès donne de nouveaux détails sur le voyage

de la *Jeanne-d'Arc.* Il en donne également sur celui de l'*Eurydice*, commandée par M. Guérin, et sur les voyages de l'*Euphrate* en 1832 et 1836.

M. Harris donne quelques renseignements sur le régime des vents. Il pense que, de Raz-Mohammed au détroit de Bab-el-Mandeb, la mer Rouge n'est pas plus difficile que la Méditerranée. M. Harris croit surtout que, pour ce qui regarde la navigation à vapeur, la mer Rouge offre toute sûreté. Cette opinion est le résultat de l'expérience de trente-cinq voyages ou soixante-dix traversées accomplis entre Suez et Calcutta, voyages entrepris en toutes saisons de l'année et sans rencontrer un seul accident. M. Harris reconnaît, avec M. l'amiral Rigault de Genouilly, la nécessité d'établir des phares dans la mer Rouge.

M. Jaurès fait remarquer qu'en général on a dans la mer Rouge un ciel pur qui permet les observations de nuit comme de jour. Jamais un bâtiment à vapeur ne s'y est perdu, malgré les récifs; et l'on en a perdu plusieurs dans les mers de Chine et dans le détroit de Malacca.

M. Rigault de Genouilly indique pour l'établissement de feux Suez, Bab-el-Mandeb, Djeddah, etc.

La Commission décide que l'éclairage des côtes d'Égypte au nord, et l'éclairage de la mer Rouge aux points convenables, sont la conséquence de l'ouverture du canal de Suez.

Une sous-commission est nommée pour présenter un projet de rapport qui sera envoyé à chacun des membres, et qui, après avoir reçu leurs observations et leur approbation, formera le projet définitif de la Commission. La sous-commission est composée de MM. Conrad, Renaud et Lieussou. MM. Mougel-Bey et Barthélemy Saint-Hilaire y sont adjoints.

La Commission vote des remercîments à M. le président.

La séance est levée à quatre heures et demie.

Le président, W. CONRAD.

Les secrétaires, LIEUSSOU, CH. MANBY.

ANNEXE V.

RÈGLEMENT

POUR LES OUVRIERS FELLAHS.

RÈGLEMENT

POUR LES OUVRIERS FELLAHS.

(EXTRAIT DE L'*ISTHME DE SUEZ*,
Journal de l'*Union des Deux Mers*, nº 5, 25 août 1856.)

L'acte de concession du canal maritime de Suez contenait l'assurance implicite que la Compagnie universelle aurait à sa disposition tous les ouvriers nécessaires à l'exécution de l'entreprise.

L'article 2 dispose que, dans tous les cas, les quatre cinquièmes au moins des ouvriers employés aux travaux seront Égyptiens.

L'article 22 promet à la Compagnie le loyal et entier concours du gouvernement et de ses fonctionnaires. Il attache à la Compagnie les deux principaux ingénieurs de S. A. le vice-roi, qui seront chargés de la conduite des travaux, de la surveillance des ouvriers et de l'exécution des règlements relatifs à la mise en œuvre.

L'application pratique du principe et la détermination des conditions et clauses attachées à son exécution restaient pour la Compagnie un de ses in-

térêts les plus essentiels, et la garantie la plus solide du prompt et économique achèvement des travaux.

Il s'agissait pour elle d'être assurée de ne pas manquer dans le cours des travaux d'un nombre suffisant d'ouvriers disponibles, vigoureux, acclimatés, et de fixer un maximum de prix des salaires, pour la régularité et la sincérité du devis des dépenses que les ingénieurs de la Commission internationale vont bientôt présenter dans tous ses détails.

Il s'agissait aussi, pour la complète sécurité du travail, d'obtenir une grande concentration de travailleurs, dans des conditions d'ordre, de discipline et de bien-être qui répondissent à toutes les appréhensions, et fussent de nature à présenter des avantages réciproques au travail d'un côté, et au capital de l'autre.

C'est dans ce but que, le 20 juillet dernier, S. A. Mohammed-Saïd a bien voulu remettre entre mes mains le décret auquel il m'a paru convenable de donner de la publicité, afin de rassurer à l'avance tous les intérêts, et de répondre à beaucoup d'objections qui ont été faites contre la facilité d'exécution du canal des Deux Mers.

Grâce à cet acte, la Compagnie sera désormais certaine d'avoir à sa disposition les ouvriers que les ingénieurs en chef jugeront nécessaires, sans provoquer ces grands déplacements de travailleurs européens auxquels nous n'avions jamais dû avoir re-



cours, mais dans lesquels on se plaisait gratuitement à signaler à la fois une difficulté matérielle et un inconvénient politique.

Dans l'intérêt de la Compagnie, le taux des salaires sera de deux tiers inférieur à celui des entreprises similaires de l'Europe.

Dans l'intérêt des ouvriers, il excédera de plus d'un tiers le prix moyen de la paye journalière qu'ils ont jusqu'à présent obtenue en Égypte.

Indépendamment du salaire en espèces, des abris sains et la nourriture sont garantis aux travailleurs, ainsi qu'un asile et les secours gratuits de l'art médical pour les cas de maladies ou de blessures.

En outre, les malades ou les blessés recevront une indemnité journalière équivalant à la moitié de leur paye. Nous croyons que c'est la première fois que cette mesure de prévoyance et d'humanité est introduite réglementairement dans des ateliers, même en Europe.

La sollicitude déployée en cette circonstance importante par S. A. le vice-roi en faveur des classes laborieuses, jusqu'ici trop abandonnées en Orient, et les garanties exigées pour les protéger et les secourir seront peut-être aux yeux de ceux qui connaissent les anciennes mœurs de l'Orient la plus haute preuve des progrès que, sous l'impulsion généreuse de S. A. Mohammed Saïd, fait l'Égypte vers les idées et la civilisation de l'Occident. Ce prince, aussi

instruit dans sa religion que dans les sciences de l'Europe, sait que la loi musulmane ne s'oppose à aucun progrès; et il dit souvent que ce sont les mauvais gouvernements, les anciennes mœurs et les habitudes de l'Orient, plutôt que les lois, qui demandent des réformes.

En effet, le livre qui a proclamé la charité comme la principale règle de la vie, et où il est dit qu'aux yeux de Dieu le meilleur homme est celui qui fait le plus de bien à ses semblables, ne s'opposera jamais à l'application des mesures que pourra conseiller la civilisation la plus avancée.

FERD. DE LESSEPS.

RÈGLEMENT.

Nous, Mohammed-Saïd-Pacha, vice-roi d'Égypte, voulant assurer l'exécution des travaux du canal maritime de Suez, pourvoir au bon traitement des ouvriers égyptiens qui y seront employés, et veiller en même temps aux intérêts des cultivateurs, propriétaires et entrepreneurs du pays, avons établi, de concert avec M. Ferdinand de Lesseps, comme président fondateur de la Compagnie universelle dudit canal, les dispositions suivantes:

Art. 1er. Les ouvriers qui seront employés aux travaux de la Compagnie seront fournis par le gouvernement égyptien, d'après les demandes des ingénieurs en chef et suivant les besoins.

Art. 2. La paye allouée aux ouvriers sera fixée suivant les prix payés, en moyenne, pour les travaux des particuliers, à la somme de deux piastres et demie à trois piastres par jour, non compris les rations qui seront délivrées en nature par la Compagnie pour la valeur d'une piastre.

Les ouvriers au-dessous de douze ans ne recevront qu'une piastre, mais ration entière.

Les rations en nature seront distribuées par jour ou tous les deux ou trois jours à l'avance; et dans le cas où l'on serait assuré que les ouvriers qui en

feront la demande seront en état de pourvoir à leur nourriture, la ration leur sera donnée en argent.

La paye en argent aura lieu toutes les semaines. Cependant la Compagnie ne comptera, pendant le premier mois, que la moitié de la paye, jusqu'à ce qu'elle ait accumulé une réserve de quinze jours de solde; après quoi, la paye entière sera délivrée aux ouvriers.

Le soin de fournir de l'eau potable en abondance pour tous les besoins des ouvriers est à la charge de la Compagnie.

Art. 3. La tâche imposée aux ouvriers ne dépassera pas celle qui est fixée dans l'administration des Ponts et chaussées en Égypte, et qui a été adoptée dans les grands travaux de canalisation exécutés pendant ces dernières années.

Le nombre des ouvriers employés sera fixé en prenant en considération les époques des travaux de l'agriculture.

Art. 4. La police des chantiers sera faite par les officiers et agents du gouvernement, sous les ordres et suivant les instructions des ingénieurs en chef, conformément à un règlement spécial qui recevra notre approbation.

Art. 5. Les ouvriers qui n'auront pas rempli leur tâche seront soumis à une diminution de salaire, qui ne sera pas moindre du tiers, et qui sera proportionnée au déficit de l'ouvrage commandé. Ceux

qui déserteront perdront, par ce seul fait, les quinze jours de solde en réserve; le montant en sera versé à la caisse de l'hôpital, dont il sera parlé à l'article suivant. Ceux qui apporteraient du trouble dans les chantiers seront privés également des quinze jours de solde en réserve. Ils seront, en outre, passibles d'une amende qui sera versée à la caisse de l'hôpital.

Art. 6. La Compagnie sera tenue d'abriter les ouvriers, soit sous des tentes, soit dans des hangars ou maisons convenables. Elle entretiendra un hôpital et des ambulances, avec tout le personnel et tout le matériel nécessaires pour traiter les malades à ses frais.

Art. 7. Les frais de voyage des ouvriers engagés et de leurs familles, depuis le lieu de leur départ jusqu'à leur arrivée sur les chantiers, seront à la charge de la Compagnie.

Chaque ouvrier malade recevra à l'hôpital ou dans les ambulances, outre les soins que réclamera son état, une paye d'une piastre et demie pendant tout le temps qu'il ne pourra pas travailler.

Art. 8. Les ouvriers d'art, tels que maçons, charpentiers, tailleurs de pierre, forgerons, etc., etc., recevront la paye que le gouvernement a l'usage de leur allouer pour ses travaux, outre la ration de vivres ou la valeur de cette ration.

Art. 9. Lorsque des militaires appartenant au

service actif seront employés aux travaux, la Compagnie déboursera pour chacun d'eux, à titre de haute paye, de solde ordinaire ou d'entretien, une somme égale à la paye des ouvriers civils.

Art. 10. Toutes les couffes nécessaires pour le transport des terres et des matériaux, ainsi que la poudre pour l'exploitation des carrières, seront fournies par le gouvernement à la Compagnie, au prix de revient, pourvu que la demande en ait été faite au moins trois mois à l'avance.

Art. 11. Nos ingénieurs Linant-Bey et Mougel-Bey, que nous mettons à la disposition de la Compagnie pour la direction et la conduite des travaux, auront la surveillance supérieure des ouvriers, et s'entendront avec l'administrateur délégué de la Compagnie pour aplanir les difficultés qui pourraient survenir dans l'exécution du présent décret.

Fait à Alexandrie, le 20 juillet 1856.

(L. S.)
(Cachet de S. A. le Vice-roi.)

(*Traduction du turc.*)

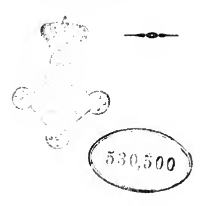


TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE VOLUME.

ANNEXES AU RAPPORT.

FIN.

25


Digitized by Google





L'ISTHME DE SUEZ

Journal de l'Union des deux Mers,

Paraît le 10 et le 25 de chaque mois.

PRIX POUR TOUS LES PAYS INDISTINCTEMENT

Un an, 20 francs. — Six mois, 10 francs.

L'Administration du Journal livrera à ses abonnés, sans augmentation de prix, tous les documents qui seront publiés par la Compagnie universelle du Canal maritime de Suez.

Bureaux : rue de Verneuil, 52, à Paris.

Toutes les publications, plans, cartes, etc., relatifs au percement de l'Isthme de Suez, se trouvent aux Bureaux du Journal et chez M. Henri PLON, 8, rue Garancière.

TYPOGRAPHIE HENRI PLON, RUE GARANCIÈRE, 8, A PARIS.

